

PALEOMASTOZOLOGÍA DE LA CUENCA DE SAN MIGUEL DE ALLENDE, ESTADO DE GUANAJUATO, SUS CONTRIBUCIONES: EL INTERCAMBIO BIÓTICO ENTRE LAS AMÉRICAS

Oscar Carranza Castañeda^{1,*}

RESUMEN

En la cuenca de San Miguel Allende se encuentra la secuencia estratigráfica más completa del Terciario tardío que se conoce en México y posiblemente en América del Norte. Es la única área de investigación en donde hasta ahora, están en superposición dos edades de mamíferos, Henfiliano (Mioceno tardío-Plioceno) y Blancano (Plioceno), las cuales contienen la información más completa sobre la diversidad de faunas de mamíferos del Terciario tardío en las cuencas de la Faja Volcánica Transmexicana.

Los inmigrantes sudamericanos presentes en las faunas de la cuenca de San Miguel Allende, son al menos un millón de años más antiguos que los descritos en las faunas de América del Norte, lo cual sugiere que el Puente Panameño que permitió el paso de los inmigrantes entre las Américas, fue eficiente en los límites del Henfiliano-Blancano, más de un millón de años antes de lo sugerido por los hallazgos de estos inmigrantes en las faunas de Arizona, Texas y Florida.

De acuerdo con la información disponible, es posible inferir que hubo diferentes periodos de migración debido posiblemente a diferencias del nivel del mar o movimientos tectónicos que limitaron la eficiencia del puente panameño, el cual quedó establecido durante el Irvingtoniano, abriendo la ruta del intercambio recíproco de faunas entre las Américas.

Palabras clave: Henfiliano, Blancano, Estratigrafía, fósil, Terciario tardío.

INTRODUCCIÓN

Hasta mediados del siglo xx, nuestro conocimiento acerca de la estratigrafía del Terciario continental del centro de México, era el resultado de la información parcial y casual de tres localidades donde se hicieron hallazgos aislados de fósiles, que nunca fueron situados en una secuencia estratigráfica y la edad asignada a estas faunas fue en general Plioceno.

La primera localidad que se describió es la cuenca de Zacualtipán, ubicada en el estado de Hidalgo. Durante el siglo xix, el carbón era un importante energético, y en la cuenca carbonífera de Zacualtipán se explotaban los yacimientos existentes para proveer de este energético al sistema ferrocarrilero de la época. En la segunda mitad del siglo xix, durante las excavaciones en las di-

¹ Centro de Geociencias
Campus UNAM,
Juriquilla, Querétaro

*carranza@geociencias.
unam.mx

ferentes minas de carbón, los trabajadores descubrían huesos y dientes de animales, los cuales fueron entregados al doctor del área que a su vez los hizo llegar a Leidy (1882) y Cope (1886), quienes los describieron. Esta fauna se conoce como Fauna Local de Tehuichila, los autores refirieron las primeras especies de caballos fósiles del Terciario tardío de México. Desgraciadamente, nunca se tuvo información del estrato donde provenía el material, y la fauna fue determinada como una sola asociación faunística y asignada a la edad de "Plioceno". En la última década del siglo XX, se reiniciaron las investigaciones en un proyecto de colaboración entre la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y el Instituto de Geología de la UNAM. El hallazgo de nuevos fósiles, restos del oso *Agriotherium*, y los équidos *Calippus* (*Grammohippus*) *castilli* y *Dinohippus interpolatus*, que son fósiles índice para determinar la edad de los sedimentos que los contienen, y la revisión de la fauna descrita anteriormente, permitió concluir que en la cuenca, existen fósiles que representan dos edades de mamíferos, Henfiliano tardío y Blanco temprano (Carranza Castañeda y Espinosa, 1994).

La segunda localidad del Terciario conocida en el centro de México, es la localidad del Rancho La Goleta, que se dio a conocer a mediados del siglo pasado. El Rancho La Goleta, está situado a 10 km al Este de la ciudad de Morelia, estado de Michoacán. De esta fauna se describieron diferentes équidos, sin embargo el material está perdido y nunca ha sido estudiado formalmente. Las investigaciones que se realizaron en la segunda mitad del siglo XX, describen a la ardilla gigante *Paenemarmota* (Reppening, 1962) y diferentes clases de aves (Howard, 1965); posteriormente, se recolectó un cráneo y mandíbula del proboscido *Rhynchotherium falconeri*, posiblemente el mejor ejemplar que se encuentra en México. En esta última etapa de investigaciones, se realizó el análisis de las cenizas volcánicas del área, obteniendo un resultado de 3.6 Ma (millones de años), lo cual sitúa la edad en el Blanco temprano (Carranza Castañeda, 1991).

La tercera localidad que se conocía en el centro de México, fue la de Rancho El Ocote (Arellano 1951), ubicada en la cuenca de San Miguel de Allende y solo fue referida a la edad de Plioceno, sin darle mayor importancia. Esta localidad se describirá en este trabajo.

De acuerdo a los comentarios expuestos, es evidente que hasta mediados del siglo XX, la información de la estratigrafía, la diversidad de taxa y la edad de las asociaciones faunísticas contenidas en las cuencas sedimentarias del Terciario tardío continental del cen-

tro de México era prácticamente desconocida.

La única información disponible y confiable, procedía de la Fauna de Yepómera, que se encuentra al noroeste del estado de Chihuahua. El paleontólogo Chester Stock inició las investigaciones en el área de Yepómera, descubriendo abundantes restos fósiles. Así se formó la colección más numerosa y de mayor diversidad de mamíferos fósiles que se ha hecho de faunas de México, actualmente se encuentra en el Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, en la ciudad de Los Ángeles, California. El material más abundante en esta colección corresponde a los caballos que vivieron durante la edad de Henfiliano tardío (4.8 Ma). Uno de ellos *Dinohippus mexicanus*, es considerado el ancestro del caballo actual y tiene una amplia distribución geográfica en México, está presente en todas las localidades del Henfiliano que se conocen en el centro de México. El resto del material, ha sido mencionado en diferentes trabajos, entre los más significativos están los de Wilson (1937), Stock (1948 a y b), Lance (1950) y Lindsay y Jacobs (1985). Por casi todo el siglo pasado, esta fauna fue la única referencia confiable para el Terciario tardío continental de México y sirvió de correlación fundamental para la determinación taxonómica de las faunas fósiles que se descubrieron en las recientes investigaciones de las cuencas sedimentarias del centro de México.

Los comentarios anteriores reflejan la escasa información que se tenía sobre la paleontología del Terciario continental del centro de México, a pesar de la importancia que tienen los vertebrados fósiles para determinar la edad de los cuerpos de roca que no contienen materiales idóneos de ser fechados radiométricamente. Además, la importancia que tienen para conocer la evolución, distribución geográfica y extinción de diferentes taxa. Para llenar este vacío de información de las Ciencias de la Tierra, el Instituto de Geología de la UNAM, a partir de los años setenta, inició la investigación sobre la estratigrafía de las cuencas sedimentarias de la Faja Volcánica Transmexicana. Este proyecto continúa auspiciado por el Centro de Geociencias, Campus UNAM, Juriquilla, Qro.

LA CUENCA DE SAN MIGUEL ALLENDE

Se localiza al noreste de la ciudad de San Miguel Allende, tiene una dirección norte sur con dos fallas que la limitan. Al este, los cerros de Rancho Viejo y al oeste los cerros de Tequisquiapan. Los sedimentos fluviales y lacustres que contienen los registros fósiles, se encuentran en la parte central de esta cuenca (figu-

RANCHO EL OCOTE GTO 2

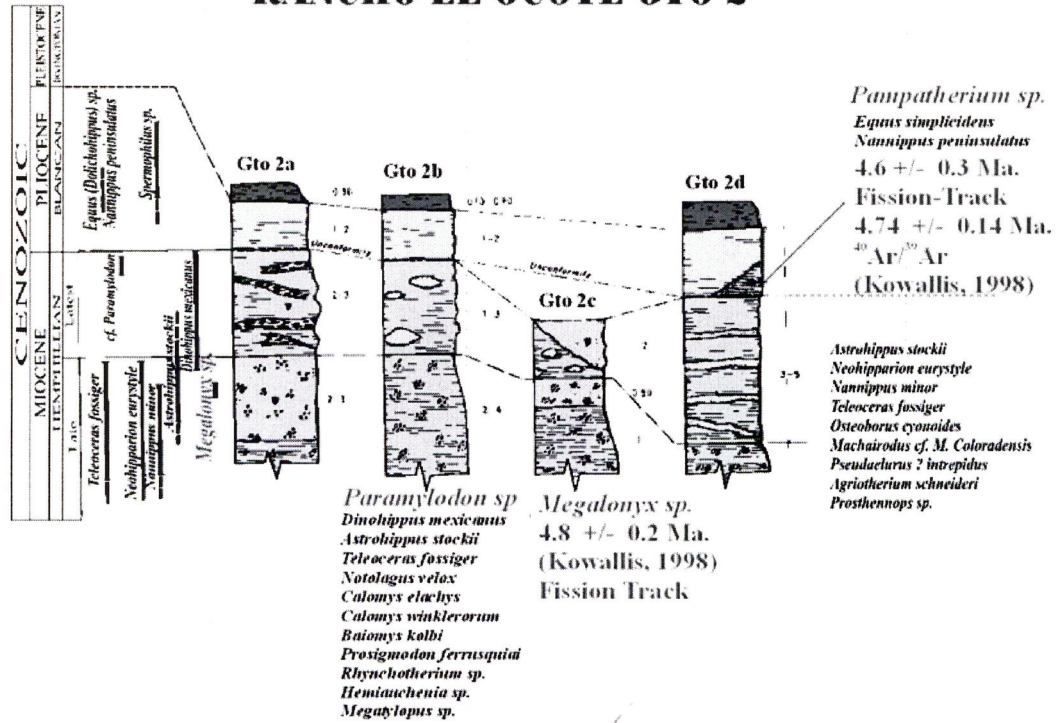


Figura 1. Columna bioestratigráfica compuesta de la sección Rancho El Ocote, San Miguel de Allende, Guanajuato

ra 1). Los resultados dados a conocer, han revelado la abundancia de fósiles, pero más importante aún, es la diversidad de vertebrados fósiles contenidos en la secuencia estratigráfica que representan dos edades de mamíferos en superposición: Henfiliano (Mioceno tardío) y Blancano (Plioceno), y en algunas localidades también se encuentran restos fósiles del Irvingtoniano (Plioceno tardío-Pleistoceno temprano). En esta secuencia estratigráfica están representadas las faunas que vivieron en el centro de México, los últimos cinco millones de años y se exponen en la Tabla 1. El material más abundante, es de caballos fósiles, que representan diferentes etapas de evolución, rinocerontes, camélidos, entre ellos taxa relacionados con las llamas y vicuñas de Sudamérica, roedores y lagomorfos, el tigre dientes de sable, el oso más imponente que haya existido en México, dos especies de cánidos, una de ellas, *Canis ferox*, fue descrita de esta cuenca y se considera el ancestro de los coyotes de América del Norte (Miller y Carranza Castañeda, 1996), el proboscídeo *Rhynchotherium* que aún retenía los colmillos en el maxilar y la mandíbula y tuvo amplia distribución geográfica en las faunas de México. Con el análisis y descripción del material fósil, se definieron los alcances estratigráficos de diferentes grupos, especialmente los équidos imprescindibles para determinar la edad

relativa de las faunas y los estratos de roca que las contienen, los cuales eran desconocidos.

Con la definición de los índices estratigráficos del área de estudio, se establecieron tres secciones estratigráficas: Sección Rancho El Ocote-Los Corrales, con edades del Henfiliano tardío-Blancano temprano (figura 2), es importante señalar que la localidad de Rancho El Ocote, fue la primera y única que se conocía en esta cuenca, la continuidad de las investigaciones en esta localidad, la sitúan actualmente como la fauna del Henfiliano tardío más importante de México por la abundancia y diversidad de fósiles, además de tener una secuencia estratigráfica, donde los límites Henfiliano-Blancano, han sido delimitados. La sección de Los Galvanes, también con faunas del Henfiliano tardío-Blancano temprano superpuestas y la sección más completa, la Fauna local de Rancho Viejo, que tiene una secuencia desde el Henfiliano temprano, Henfiliano tardío, Blancano temprano y del Irvingtoniano (Mioceno tardío, Plioceno y Pleistoceno temprano). Es en esta secuencia, donde los équidos están mejor representados, *Dinohippus interpolatus* y *Callippus (G.) castilli*, se encuentran en los estratos basales, *Dinohippus mexicanus*, *Nannippus minor*, *Astrohippus stockii* y *Neohipparion eurystyle* se encuentran en los estratos del Henfiliano tardío. En el Blancano

Tabla 1. Correlación de las faunas más importantes del Terciario tardío de México

LISTA FAUNÍSTICA	CHIHUAHUA	GUANAJUATO	JALISCO	HIDALGO	MICHOACÁN
Orden Insectívora					
<i>Notiosorex repenningi</i>	H	?H		?H	
Orden Chiroptera					
<i>Plionicterus</i> sp.	H	?H		?H	
Orden Xenarthra					
* <i>Glyptotherium</i> sp.		B	B		
* <i>Plaina</i> sp.		B	B		
* <i>Glossotherium</i> sp.		H, B	?B		
*? <i>Megalonyx</i> sp.		H	H	H	
Orden Lagomorpha					
<i>Sylvilagus</i> sp.					?B
<i>Hypolagus mexicanus</i> +		B			
<i>Hypolagus</i> sp.		H	?H	?H	
<i>Notolagus velox</i> +	H	H	H	H	
<i>Paranotolagus complicatus</i>		B			
<i>Pratilepus ?kansasensis</i> +		B			
Orden Rodentia					
<i>Spermophilus pattersoni</i>	H				
<i>Spermophilus matachisensis</i>	H	?B			
<i>Cynomys</i> sp.					B
<i>Spermophilus</i> sp.	H	H, B		?H	?B
<i>Paenemarmota barbouri</i>	H	H, B	?H		B
? <i>Pliogeomys</i> sp.		H			
<i>Geomys minor</i>	B				
<i>Copemys</i> near <i>C. valensis</i>	H	?H	?H		
<i>Calomys elachys</i>	H, B	H			
<i>Calomys *baskini</i>	H, B	H			
<i>Calomys winklerorum</i>		H			
<i>Calomys</i> sp.	H		?H	?H	
<i>Baiomys kolbi</i>	H, B	H			
<i>Prosigmodon oroscoi</i>	H, B.	H			
<i>Prosigmodon chihuahuensis</i>	H, B	H			
<i>Prosigmodon ferrusquiai</i>		H			
<i>Neotoma</i> cf. <i>N. Sawrockensis</i>		H			
<i>Neotoma</i> sp.		H	?H	?B	?B
* <i>Neocherus cordobai</i>		B	B		

LISTA FAUNÍSTICA	CHIHUAHUA	GUANAJUATO	JALISCO	HIDALGO	MICHOACÁN
<i>*Neocherus</i> sp.		B			
Orden Carnívora					
<i>Canis ferox</i>		H	H	H	
<i>Osteoborus cyonoides</i>		H	H		
<i>Osteoborus</i> cf. <i>O. cyonoides</i>	H		H		
<i>Borophagus diversidens</i>		B			
<i>Agriotherium schneideri</i>		H	H		
<i>Agriotherium</i> cf. <i>A. schneideri</i>	H		H	H	
<i>Tremarctos</i> sp.				B	
<i>Taxidea</i>	H	H ?B			
cf. <i>Trigonictis</i>		B			
<i>Pseudaelurus ?intrepidus</i>	?	H	H		
<i>Felis</i> cf. <i>F. studei</i>		B			
<i>Felis?</i> <i>lacustris</i>		?B			
<i>Machairodus</i> cf. <i>M. coloradensis</i> +	?	H	H	H	
Orden Proboscidea					
<i>Gomphotherium</i> sp.		?	?		
<i>Stegomastodon</i> sp.		H			
cf. <i>Stegomastodon</i>	H, B				
<i>Cuvieronius</i> sp.	H, B	?B	?B	?B	
<i>Rhynchoterium</i> cf. <i>R. falconeri</i> +		HB			B
<i>Rhynchoterium</i> sp.			H	?H	
Orden Perissodactyla					
<i>Teleoceras fossiger</i> +	H	H	H	?H	
<i>Calippus castilli</i> +		H	H	H	
<i>Neohipparion eurystyle</i> +	H	H	H	H	H
<i>Nannippus minor</i> +	H	H	H	H	
<i>Nannippus peninsulatus</i> +	?B	B	?B	B	?B
<i>Astrohippus stockii</i> +	H	H	H	H	
<i>Dinohippus interpolatus</i> +		H	H	H	H
<i>Dinohippus mexicanus</i> +	H	H	H	H	
<i>Equus simplicidens</i> +	?B	B	B	B	B
<i>Equus</i> sp.	B				
Orden Artiodactyla					
<i>Desmathyus brachidontus</i> +		H	?H	H	

LISTA FAUNÍSTICA	CHIHUAHUA	GUANAJUATO	JALISCO	HIDALGO	MICHOACÁN
<i>Prosthennops</i> sp.	?H				
<i>Platygonus</i> cf. <i>P. alemanii</i> . +		B			B
<i>Platygonus</i> sp.			B	?B	?B
<i>Megatylopus matthewi</i> +	?	H	H		
<i>Titanotylopus</i> sp. ?	H?				
<i>Hemiauchenia</i> sp.	H	HB	H B?	H	?B
cf. <i>Camelops</i>		?B			?
Camelidae indet.			H	H	H
<i>Hexobelomerix fricki</i>	H	H	H	H	

Abreviaturas: H = Henfiliano B = Blancano

* Los primeros registros de taxa de origen neotropical coexistiendo con faunas de la región paleártica
+ Fósiles índices del Terciario tardío del centro de México

RANCHO VIEJO AREA, SAN MIGUEL ALLENDE, GUANAJUATO

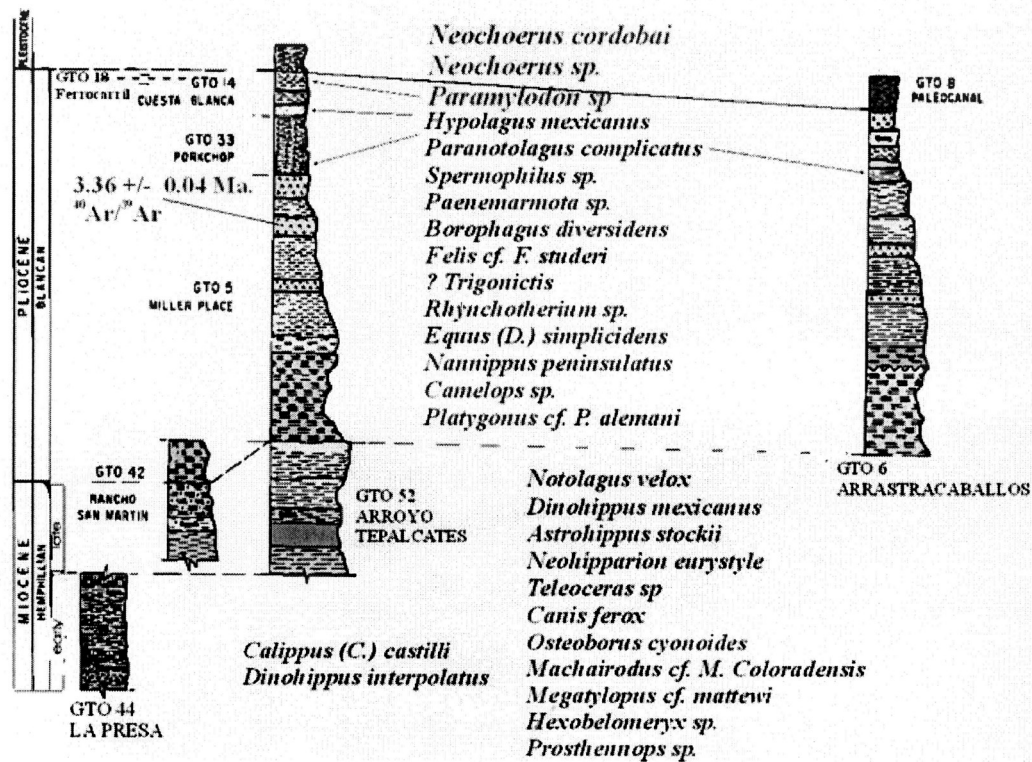


Figura 2. Columna bioestratigráfica de la sección Rancho Viejo, San Miguel de Allende, Guanajuato

sólo se encuentran *Nannippus peninsulatus* y *Equus simplicidens*, en la cima de la secuencia, se han recolectado restos de *Equus* sp. referidos al Irvingtoniano-Rancholabreano (figura 3).

Otra importante característica de la estratigrafía del área de estudio, la constituyen los estratos de ceniza volcánica intercalados con sedimentos aluviales y fluviales que contienen material fósil. Los fechamientos radiométricos de estas cenizas por medio de Fission Track o Ar/Ar, han contribuido con edades absolutas de estos estratos (Kowallis *et al.*, 1998), que además de las edades relativas obtenidas de los fósiles, son importantes aportaciones, para conocer con precisión cuando ocurrieron diferentes eventos biológicos y geológicos en la Faja Volcánica Transmexicana. Uno de estos acontecimientos de importancia regional para América del Norte, es la determinación de los límites de las dos edades de mamíferos, Henfiliano (4.8 Ma) y Blancano (4.7 Ma), obtenidas de la sección de Rancho El Ocote-Los Corrales (Kowallis *et al.*, 1998). De esta forma, se puede conocer con mayor exactitud la última aparición de índices estratigráficos como los équidos *Dinohippus mexicanus*, *Nannippus minor*, *Astrohippus stockii*, *Neohipparion eurystyle* y *Calippus*, el rinoceronte *Teleoceras fossiger*, los carnívoros *Osteoborus cyonoides*, el oso *Agriotherium schneideri*, el camélido *Megatylopus matthewi* entre otros. La primera aparición de los équidos *Nannippus peninsulatus*, *Equus simplicidens*, el carnívoro *Borophagus diversidens* y la primera invasión de inmigrantes sudamericanos, preludio del gran acontecimiento biológico, que fue el intercambio biótico entre las Américas. Los primeros registros de estos inmigrantes, el perezoso *Glossotherium*, uno de los primeros acorazados, relacionado con los armadillos, el pampaterio cf. *Plaina*, el gran acorazado sudamericano, *Glyptotherium*, que tuvo una amplia distribución geográfica y estratigráfica en México y el roedor gigante *Nechoerus*, cuyos descendientes aún viven en los ríos de América del Sur. Estos descubrimientos han aportado nueva información sobre cuándo se inició el intercambio biótico entre las Américas.

Los resultados obtenidos de la investigación en la cuenca de San Miguel Allende, son los más completos que se tienen hasta ahora de las cuencas de la Faja Volcánica Transmexicana. Con esta información se hizo posible extender las investigaciones a otras cuencas del Terciario tardío continental en el centro de México. De esta forma, se han estudiado, la cuenca de Zacualtípán, la de Tepeji del Río y de Santa María Amajac, en el estado de Hidalgo; la cuenca de Cuitzeo (Charo) y de Cinqua en el estado de Michoacán, la

cuenca de Acambay, en el estado de México, la cuenca de Tecolotlán, en el estado de Jalisco, las cuencas de Jalpan-Huanusco, y la de Tlaltenango-Colotlán en los estados de Jalisco y Zacatecas, y la cuenca de Miraflores en Baja California Sur.

Las faunas descritas del Henfiliano y del Blancano de la cuenca de San Miguel Allende, son actualmente la base de correlación con las faunas del centro de México y las faunas de las Grandes Planicies de América del Norte en los estados de California, Arizona, Texas, Nuevo México y Florida. Los resultados mencionados, demuestran la importancia que tuvo la Mesa Central como un intenso corredor natural, donde las faunas del Terciario tardío se desplazaron libremente, dejando la evidencia de su diversidad en las cuencas sedimentarias.

EL GRAN INTERCAMBIO BIÓTICO ENTRE LAS AMÉRICAS

Entre los resultados más importantes de las investigaciones que se han realizado en la cuenca de San Miguel de Allende, están los descubrimientos de los registros de inmigrantes sudamericanos coexistiendo con faunas típicas de América del Norte. Las bases del conocimiento acerca de cuando se inició el intercambio biótico entre las Américas y la formación del puente panameño, que hizo posible este trascendental acontecimiento biológico, fue establecido con los hallazgos de los inmigrantes sudamericanos *Glossotherium*, *Glyptotherium* y *Nechoerus*, en sedimentos de 2.5 Ma, en las faunas de Cita Canyon, en el estado de Texas; 111 Ranch y Flat Tire, en el estado de Arizona y Haile xva y Santa Fe, en el estado de Florida (Galusha *et al.*, 1984; Marshall, 1985; Webb, 1997). Con estas evidencias, se instauró el concepto que el Puente Panameño se estableció hace tres millones de años, dando inicio a este importante evento biológico-geológico. Los descubrimientos de inmigrantes sudamericanos en el centro de México, han contribuido para definir con mayor precisión el inicio de este evento.

En las investigaciones realizadas en la sección estratigráfica de Rancho el Ocote-Los Corrales, 4.8 Ma, se recolectaron restos de un gran perezoso *Glossotherium* asociado con los équidos de edad henfiliana, y en los sedimentos de la fauna de Los Corrales, se recolectó un escudo de un pampaterio, *Plaina*. En la sección de Los Galvanes, en la localidad de Arroyo El Tanque, se recolectaron restos de *Glossotherium*, el roedor *Nechoerus* y del acorazado *Glyptotherium*. En el mismo nivel estratigráfico, en la localidad de Arroyo

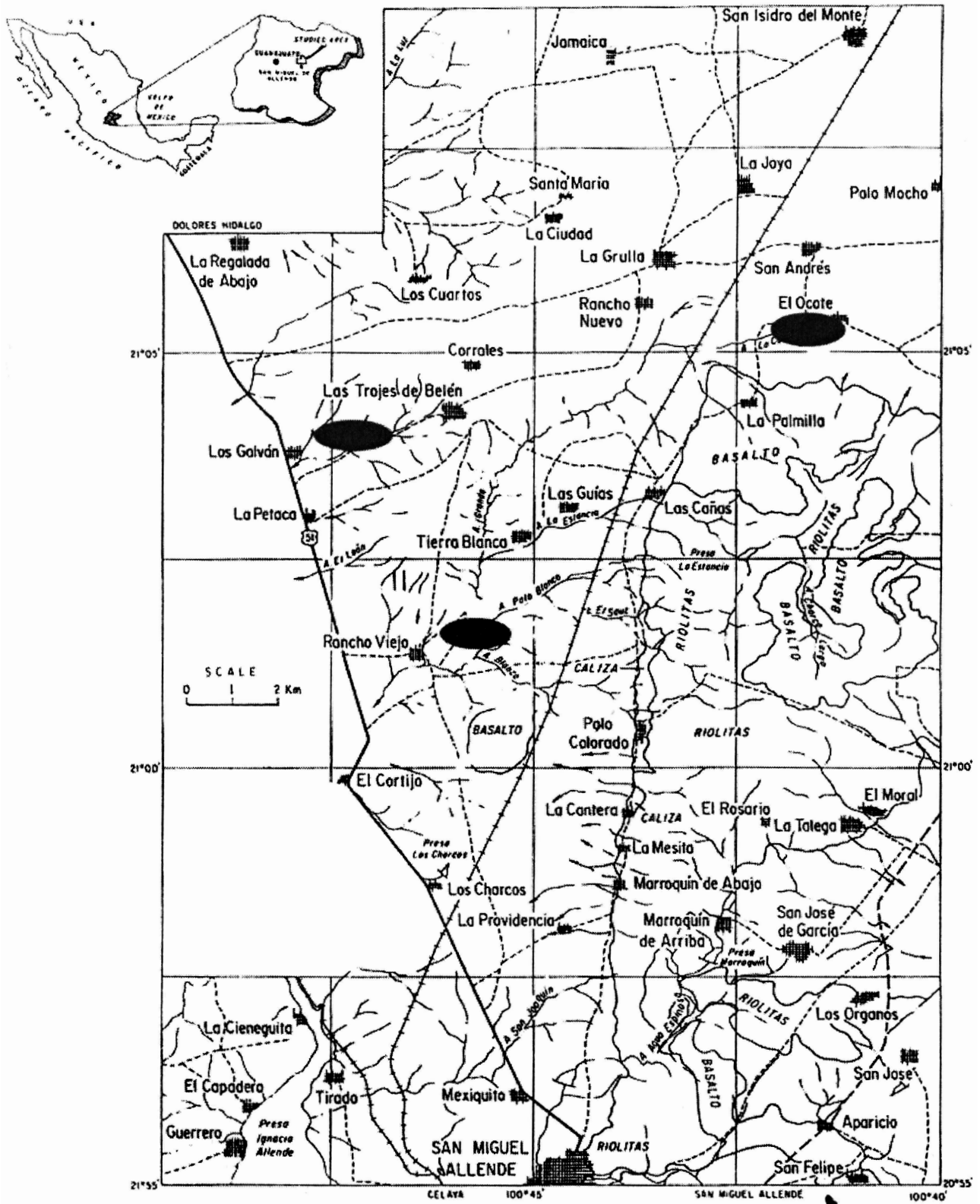


Figura 3. Área que comprende la Cuenca de San Miguel de Allende, mostrando los yacimientos más importantes.

Belén, distante solo tres kilómetros de Arroyo El Tanque, aflora el mismo nivel estratigráfico, aquí se recolectó un fragmento de caparazón de *Glyptotherium*, y diferentes placas del pampaterio *Plaina*. En la sección de Rancho Viejo se dieron a conocer los primeros registros de roedores caviomorfos, el capibara *Neochoerus*. Se describe una nueva especie *Neochoerus cordobai*, que representa una población de individuos de considerable tamaño (Carranza Castañeda y Miller, 1980; Carranza Castañeda, 1988). También se han recolectado elementos poscraneales y mandíbulas de una forma de menor corpulencia, que sólo fue referida al género *Neochoerus* sp. La osificación de las epífisis de los elementos poscraneales, son una importante evidencia para no considerarlos formas juveniles ni representativas de un dimorfismo sexual. La abundancia de estos roedores que son grandes nadadores, sugiere que las condiciones ambientales de la cuenca de San Miguel Allende, indudablemente fueron de mayor humedad, debido a los hábitos alimenticios de los capibaras que siempre están restringidos a sitios cercanos a ríos, arroyos o lagos donde disponen de plantas de agua dulce de las cuales se alimentan. Es importante repetir, que los géneros mencionados anteriormente, son los mismos inmigrantes que han sido recolectados en las faunas de los estados del sur de los Estados Unidos de América del Norte. El género *Glossotherium*, ha sido discutido ampliamente. El espécimen de *Glyptotherium* recolectado en Arroyo Belén, presenta similitud con el material de gliptodontes de la fauna de TTT Ranch de Arizona, con el cual fue comparado, el tamaño de la figura central que ocupa casi el 70 % del total de la superficie de cada escudo, el número de figuras periféricas y la forma rectanguliforme de casi todos los escudos lo diferencian notablemente de los gliptodontes que se han descubierto en localidades del Plioceno tardío-Pleistoceno de México.

El hallazgo en las localidades de Arroyo Belén, Los Corrales y Arroyo Los Halcones de osteodermos de un pampaterio que tentativamente ha sido referido al género *Plaina*, representa el primer registro de este género en localidades del Blancano temprano de América del norte. Las características que se presentan en la superficie dorsal de cada osteodermo y la configuración de los osteodermos de las bandas móviles, los hacen diferente del pampaterio *Holmesina floridanus*, única especie de pampaterios que se ha descrito del Blancano tardío en Norteamérica (Robertson, 1976) y del pampaterio sudamericano *Vassallia* del Mioceno-Plioceno de Catamarca Argentina.

Los inmigrantes sudamericanos mencionados anteriormente, se han recolectado en sedimentos que

se encuentra intercalados entre dos estratos de ceniza volcánica que han sido fechados radio métricamente, obteniendo edades de 3.9 Ma para el estrato basal y 3.3 Ma en los estratos superiores (Kowallis *et al.*, 1998). Estos resultados, sin duda confirman a los inmigrantes neotropicales del centro de México, como los registros más antiguos en Norteamérica, lo que sugiere que el inicio del gran intercambio biótico entre las Américas comenzó más de un millón de años antes de los tres millones de años sugerido por diferentes autores (Marshall, 1985; Webb, 1997), con base en las evidencias fósiles de las faunas de los estados del sur de los Estados Unidos de América del Norte.

Los inmigrantes de San Miguel Allende, representan la primera onda migratoria de faunas, lo que implica que el Puente panameño, reunía las condiciones ecológicas necesarias para favorecer el inicio de este gran acontecimiento biológico. Entre los hallazgos de San Miguel Allende y los registros de inmigrantes en las faunas de Arizona, Texas, y Florida existe una diferencia mayor a un millón de años. Una de las explicaciones posibles para este vacío de información, es la posibilidad de que las condiciones geológicas de Centroamérica cambiaron, limitando nuevamente la eficiencia del Puente Panameño, lo que sugiere que la migración, se realizó en diferentes etapas. Una segunda explicación es lo limitado de las investigaciones realizadas hasta ahora, en las cuencas sedimentarias de México, ya que aún existen cuencas en la región central y norte de México que no han sido estudiadas. Durante el Blancano tardío, las condiciones geológicas dieron origen a un puente terrestre eficiente, originando nuevos eventos migratorios, hasta que finalmente se estableció la conexión terrestre de Centroamérica (Carranza Castañeda y Miller, 2004).

CONCLUSIONES

En la cuenca de San Miguel Allende, se encuentran las secuencias estratigráficas más completa del Terciario tardío de México y posiblemente de América del Norte.

Es la única área de investigación que se conoce hasta ahora, donde están en superposición dos edades de mamíferos, Henfiliano (Mioceno tardío-Plioceno) y Blancano (Plioceno), las cuales contienen la información más completa, sobre la diversidad de faunas de mamíferos del Terciario tardío en las cuencas de la Faja Volcánica Transmexicana.

Los inmigrantes sudamericanos presentes en las

faunas de la cuenca de San Miguel allende, son al menos un millón de años más antiguos que los descritos de las faunas de América del norte, lo que sugiere que, el Puente Panameño que permitió el paso de los inmigrantes entre las Américas, fue eficiente en los límites del Hemisferio-Blancano, más de un millón de años antes de lo sugerido por los hallazgos de estos inmigrantes en las faunas de Arizona, Texas y Florida.

De acuerdo a la información disponible, es posible inferir que hubo diferentes periodos de migración debido posiblemente a diferencias del nivel del mar o movimientos tectónicos que limitaron la eficiencia del puente panameño, el cual quedó establecido durante el Irvingtoniano, abriendo la ruta del intercambio recíproco de faunas entre las Américas.

Sin embargo, aún falta por investigar grandes cuencas del territorio nacional en los estados de Coahuila, Durango, Sonora y Chihuahua para poder complementar nuestra información estratigráfica y encontrar nuevas evidencias de inmigrantes en estas cuencas, para complementar la información estratigráfica del Terciario tardío de México y conocer con mayor certeza las rutas de migración de las faunas a través del altiplano mexicano.

LITERATURA CITADA

- Carranza-Castañeda, O., 1979, *Rhynchotherium falconeri* del Rancho La Goleta, Michoacán, México (resumen): en Memorias III Congreso Latinoamericano de Geología, 1976, Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología, 28.
- Carranza-Castañeda, O., Miller, W. E., 1980, The Earliest Capybara Record in North America: Geol. Soc. America, Atlanta, Georgia, EUA. Noviembre, 12(7), 399.
- Carranza-Castañeda, O., Miller, E.W., 1988, Roedores Caviomorfos de la Mesa Central de México, Blancano temprano (Plioceno tardío) de la Fauna local Rancho Viejo, Guanajuato, México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista 7(2), 182-199.
- Carranza-Castañeda, O., 1991, Faunas de Vertebrados fósiles del Terciario tardío del Centro de México (resumen). Memorias del III Congreso Nacional de Paleontología. Soc. Mex. Paleontología, 20-26.
- Carranza-Castañeda, O., Espinosa-Arrubarena, L., 1994, Late Tertiary Equids from the State of Hidalgo, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 11, 182-192.
- Carranza-Castañeda, O., Miller, E. W. 2004, Late Tertiary Mammals from Central Mexico and their Relationship to South American Immigrants: Revista Brasileira de Paleontología, 7(2), 249-261.
- Cope, E. D., 1885, "On Loup Fork in Mexico": American Naturalist, 19, 494-495.
- Cope, E. D., 1886, Report of the coal deposits near Zacualtipan, Mexico: American Naturalist, 23, 146-151.
- Galusha, T., Johnson, N. M., Lindsay, E. H., Opdyke, N. D., Tedford, R. H., 1984, Biostratigraphy and magnetostratigraphy, in late Pliocene rocks, 111 Ranch, Arizona: Bulletin of the Geological Society of America, 95, 714-722.
- Howard, H., 1965, A new species of cormorant from the Pliocene of Mexico: South. Calif. Academ. Sci. Bull., 64, pt.1, 50-55.
- Kowallis, J. B., Swisher, C. C., Carranza Castañeda, O.; Miller, E. W., Tingey, G. D., (1998) 1999, Fission-Track And Single Crystal $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Laser Fusion Ages From Volcanic Ash Layers in Fossil-Bearing Pliocene Sediments in Central Mexico, in Aguirre-Diaz, (ed.), Tectonic and Magmatic Evolution of Mexico during the Cenozoic: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 15(2), 157-160.
- Lance, J. F., 1950, Paleontología y estratigrafía del Plioceno de Yepómera, Estado de Chihuahua. Equidos excepto *Neohipparion*: Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol. Bol., 54, 1-81.
- Leidy, J., 1882, On remains of horses: Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1, 290-293.
- Lindsay, E. H., 1984, Late Cenozoic mammals from northwestern Mexico: Journal of Vertebrate Paleontology, 4, 208-215.
- Marshall, L. G., 1985, Geochronology and land-mammal biochronology of the Transamerican faunal interchange, in Stehli, F. G., Webb, S. D. (eds.), The Great American Biotic Interchange: New York, Plenum Press, 49-85.
- Robertson, J. A., 1976, Latest Pliocene mammals

from Haile XVA, Alachua County, Florida:
Bulletin of the Florida State Museum,
20, 111-186.

Stock, Ch., 1948a, Uncovering the ancient life in
Mexico: Eng. and Sci. Monthly, 11, 29-31.

Stock, Ch., 1948b, Restos de tejón (Taxidea)
pliocénico del occidente de Chihuahua: Soc.
Geol. Mexicana Bol., 13, 69-76.

Webb, S. D., 1997, The Great American Faunal
Interchange, in Coates, A. G. (ed.), Central
America: New York, Yale University Press,
97-122.

Wilson, R. W., 1937, A new genus of lagomorph
from the Pliocene of México: Southern
Academy of Science, Bulletin, 36(3), 98-104.

Wilson, R. W., 1949, Rodents of the Rincon Fauna,
western Chihuahua, Mexico: Carnegie Institute
of Washington Publication, 584, 165-176.