

# Primer registro de pecaríes fósiles (*Artiodactyla*, *Tayassuidae*) para el Mioceno Superior (Hh3: Hemphilliano tardío) de Costa Rica, América Central

First fossil record of peccaries (*Artiodactyla*, *Tayassuidae*) from the Upper Miocene (Hh3: Late Hemphillian) of Costa Rica, Central America

Ana L. Valerio<sup>1\*</sup> y César A. Laurito<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Museo Nacional de Costa Rica, Departamento de Historia Natural,  
Apdo. postal 749-1000, San José, Costa Rica

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), San José, Costa Rica

<sup>3</sup>Museo Nacional de Costa Rica, Departamento de Historia Natural (Investigador asociado),  
San José, Costa Rica

\*Autora de contacto: [avalerio@museocostarica.go.cr](mailto:avalerio@museocostarica.go.cr)

(Recibido: 7/11/2019; aceptado 29/01/2020)

**RESUMEN:** Por primera vez se tiene el registro fósil de la familia *Tayassuidae* en el Cenozoico de Costa Rica. Dos especies de pecaríes *Prosthennops serus* (Cope, 1878) y *Protherohyus brachydontus* Mooser y Dalquest (1980) son descritos para la localidad fosilífera de San Gerardo de Limoncito en el sur de Costa Rica. La distribución simpátrica de ambas especies es confirmada por primera vez para el Hemisferio Norte.

**Palabras clave:** *Tayassuidae*; Hemphilliano Tardío; simpatría; Formación Curré; Costa Rica.

**ABSTRACT:** For the first time is recorded the *Tayassuidae* Family as fossil at the Cenozoic of Costa Rica. Two peccary species, *Prosthennops serus* (Cope, 1878) and *Protherohyus brachydontus* Mooser y Dalquest (1980) are described from the San Gerardo de Limoncito fossiliferous locality at Southern Costa Rica. The sympatric distribution of both species is for the first time confirmed on North Hemisphere.

**Keyword:** *Tayassuidae*; Late Hemphillian; sympatry; Curré Formation; Costa Rica.



## INTRODUCCIÓN

La familia Tayassuidae es un grupo de artiodáctilos cuya morfología recuerda a los cerdos o jabalíes del Viejo Mundo, pero se diferencian de estos últimos, en términos generales, por poseer cráneos más bajos y cortos con la porción trasera característicamente plana; sus hocicos son angostos y sus caninos son notablemente desarrollados para un mamífero no carnívoro, tanto los incisivos inferiores como los superiores, se orientan dorso ventralmente y no se tuercen hacia arriba, atrás o lateralmente como en los cerdos (Kurtén y Anderson, 1980; Scott, 1913; Sowls, 1997; Wright, 1991, 1998).

Los tayassuidos en la actualidad se distribuyen desde el suroeste de Estados Unidos hasta la parte norte central de Argentina, propiamente la región del Chaco, abarcando hábitats tan variados como los bosques lluviosos tropicales y subtropicales, bosques nubosos y secos, desiertos, bosques de mezquite, bosques de galería, matorrales, algarrobales, sabanas y hábitats alterados (Carrillo, Wong y Sáenz, 1999; Eisenberg y Redford, 1999; Sowls, 1997).

Los tayassuidos están representados por 3 especies vivientes, a saber: *Tayassu pecari*, *Pecari tajaçu* y *Catagonus wagneri*, este último género previamente conocido únicamente a partir del registro fósil de América del Sur (Ameghino, 1908; Dutra, Casali, Missaglia, Gasparini, Perini & Cozzuol, 2016; Eisenberg y Redford, 1999; Prothero, 2009, 2015; Reig, 1952; Wetzel, Dubos, Martin & Myers, 1975). Cabe señalar que una cuarta especie de Tayassuidae el *Pecari maximus* fue descrita por van Roosmalen et al., 2007 para la cuenca amazónica, sin embargo, su validéz taxonómica ha sido cuestionada por Gongora et al. (2011), quienes consideran que en realidad se trata de individuos notablemente grandes de la especie *Pecari tajaçu*.

El registro fósil de la familia Tayassuidae en América del Norte inició en el Eoceno tardío a partir de un ancestro eu-roasiático que atravesó Beringia en esa época (Hulbert, 2001; Romer, 1966, Wright, 1998), llegando a desarrollar una gran diversidad taxonómica en dicho subcontinente; se sabe que alcanzó América Central meridional en el Mioceno superior o Hemingfordiano temprano (MacFadden et al., 2010, 2014) y arribó a América del Sur en el Plioceno Medio, hace 3,3 a 4 Ma en el Chapadmalalano tardío (Prevosti, Gasparini & Bond, 2006) al inicio del Gran Intercambio Biológico entre las Américas (Marshall et al., 1984, Gasparini, Kerber & Oliveira, 2009). Adicionalmente, Frailey y Campbell (2012) describen 2 nuevos géneros y especies de Tayassuidae para el Mioceno Superior de la Amazonia peruana, asignándoles una edad Chasicano–Huayqueriano, aproximadamente unos 9.0 Ma por correlación geológica, sin embargo, dicha edad es cuestionada y aún debe ser verificada (Dutra et al., 2016).

La subfamilia Tayassuinae que es la única subfamilia con representantes actuales, comprende 35 especies (Doughty, 2016), incluidas las 3 existentes, y se caracteriza por su alta diversidad morfológica y de especies y su amplísima distribución geográfica y temporal, Barstoviano al Reciente de Norteamérica y Chapadmalalano al Reciente de América del Sur (Wright, 1991, 1998).

Los objetivos de la presente publicación es dar a conocer el primer registro fósil de pecaríes para Costa Rica y describir el material dental, craneal y post-craneal de Tayassuinae colectado en la localidad de San Gerardo de Limoncito, ubicada 14 km al oeste de la ciudad de San Vito en el cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas en las coordenadas 8°51'19.6" N y 83°04'51.9" W (Fig. 1), cuya edad ha sido asignada al Hemphilliano Temprano tardío (Mioceno Tardío).

## METODOLOGÍA

Las medidas biométricas lineales y dentales en milímetros se realizaron con calipper digital de acuerdo con la metodología propuesta por Von den Driesch (1976), Doughty (2016) y Doughty et al. (2018), ver cuadros 1 y 2.

La descripción de los dientes se basó en la nomenclatura dental propuesta por Doughty et al., 2018 quienes a su vez la modificaron de Wright y Webb (1984) y Wright (1991).

Los datos obtenidos se registraron y graficaron en *Microsoft Excel*, a ellos se añadieron datos biométricos dentales compilados y utilizados por Doughty (2016), Doughty et al. (2018), Prothero y Grenader (2012), Prothero y Sheets (2013), Wright (1989) y Wright y Webb (1984).

La base de datos incluyó únicamente aquellos géneros y especies de Tayassuinae restringidos al Hemphilliano tardío Hh 3 y Hh 4 de América del Norte, a saber: *Protherohyus brachyodontus* Mooser y Dalquest (1980), *Platygonus pollenae* Prothero y Grenader (2012), *Mylohyus elmorei* White (1942) y *Prosthennops serus* (Cope, 1877) Gidley (1904); expresados en varios gráficos, como se muestra en la figura 2.

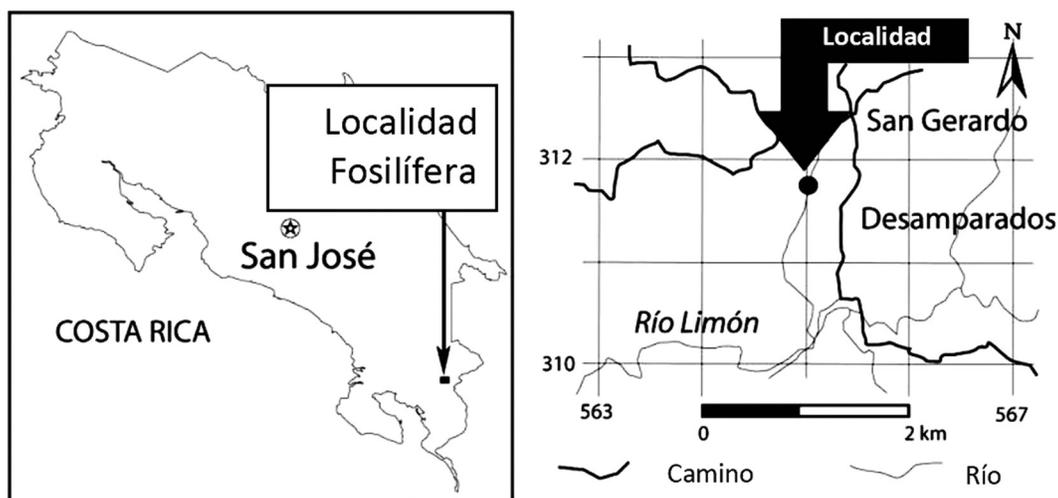


Fig. 1: Mapa de ubicación de la localidad fosilífera de San Gerardo de Limoncito, cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas.

Cuadro 1

Datos biométricos dentales de los Tayassuidae fósiles de San Gerardo de Limoncito.

Hemimandíbula p4-m3				
CFM-2915		Antero-posterior (mm)	Transversal (mm)	
p4		12.67	10.62	
m1		13.03	11.14 roto	
m2		15.25	13.79	
m3		24.98	14.83	
Longitud p4-m3 66.71 mm				
Longitud m1-m3 53.81 mm				
Ejemplar	Posición	Antero-posterior (mm)	Transversal (mm)	
CFM-1861	2m	16.25	12.71	
CFM-1499	m2	15.35	12.21	
CFM-1862	m2	17.42	13.19	
CFM-2195	P3	13.27	13,58	
CFM-1867	I2	Altura máxima de la corona 16.61 mm Altura mínima de la corona 7,23 mm Longitud mesio-distal 9,61 mm		
Fragmento mandibular	Diastema precanina	Longitud sínfisis mandibular	Canino Izquierdo	
			APO	TRA
CFM-1652	6.63 mm		13.81 mm	11.71 mm
CFM-1651		71.83 mm	17.77 mm	12.79 mm

Cuadro 2

Datos biométricos del material post-craneal de los Tayassuidae fósiles de San Gerardo de Limoncito.

Falange proximal	Longitud mayor	Ancho distal	Ancho proximal
CFM-3102	27.55 mm	10.25 mm	12.29 mm
Húmero izquierdo fragmento distal	Ancho distal epicondilar		Ancho distal condilar
CFM-1260	39.78 mm		30.61 mm
CFM-3056	42.74 mm		34.93 mm

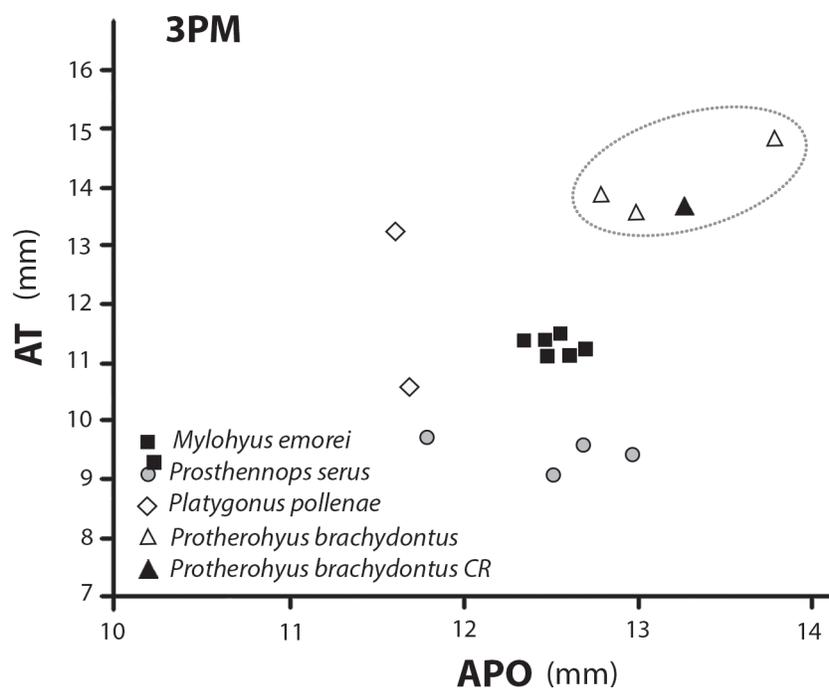


Fig. 2: Gráfico de dispersión de APO, longitud anteposterior en mm vs. AT, ancho transversal de los terceros premolares superiores de 4 especies de Tayassuidae del Hemphilliano de Norte América, comparadas con el ejemplar CFM-2195, representado por un triángulo negro que coincide con el ámbito de tendencia y dimensiones de *Protherohyus brachyodontus* Dalquest y Mooser (1980).

**MATERIALES**

Ejemplar CFM-2915, es un fragmento de ramo mandibular derecho con pm4-m3 bien preservados el m1 esta roto y solo se preservaron las cúpides anteriores (Fig. 3). El CFM-1861 corresponde a un fragmento mandibular derecho con el m2 muy bien preservado (figura 4.1a-c). El CFM-1862 corresponde a la corona de un 2m (Fig. 4.2a-c) y el CFM-1499 a un m2 (Fig. 4.3a-c), ambos bien preservados.

Ejemplar CFM-2195 corresponde a una corona de un premolar superior izquierdo 3PM con avanzado desgaste (Fig. 4.4a-b).

Ejemplares CFM-1652 (fig. 5. 1a-d) y CFM-1651 (fig. 5. 2b) corresponden a 2 caninos superiores, el ejemplar CFM-1867 correspondiente a un tercer incisivo superior (fig.5. 5a-b) y dos fragmentos sinfisiales correspondientes a los ejemplares CFM-1651 y CFM-1652 (figs. 5.2 y 5.1).

### **Fragmentos post-craneanos**

Escasos fragmentos del post-cráneo de tayassuidos fueron recuperados en la localidad de San Gerardo de Limoncito. El CFM-3102 es una falange proximal (Fig. 9) y el CFM-3056 y el CFM-1260 corresponden a 2 fragmentos de húmero izquierdo (Figs. 10.1 y 10.2), el CFM-3842 es un fragmento radio ulnar (Figs. 10a-c).

Todos los materiales se encuentran depositados en la Colección de Fósiles de la Sección de Geología del Departamento de Historia Natural del Museo Nacional de Costa Rica, bajo el acrónimo CFM.

## **PALEONTOLOGÍA**

Clase MAMMALIA Linnaeus (1758)  
 Orden ARTIODACTYLA Owen (1848)  
 Suborden SUIFORMES Jaekel (1911)  
 Infraorden SUOIDEA Gray (1821)  
 Familia TAYASSUIDAE Palmer (1897)  
 Subfamilia TAYASSUINAE Palmer (1897)

**Tribu PLATYGONINI Perini et al. (2016)**

**Género Protherohyus Perini et al. (2016)**

***Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) Perini et al. (2016)**  
**Hemphilliano Tardío Hh3-Hh4**

### **Sinonimia**

- *Desmathyus brachydontus* n. especie Dalquest y Mooser (1980, pp. 15-17).
- *Catagonus brachydontus* (Dalquest y Mooser, 1980), Wright (1989, p. 291).

### **Descripción**

3PM: premolar no molariforme trirradiculado, con corona muy desgastada y de contorno más o menos redondeado, la cara lingual es notablemente redondeada en tanto que la cara labial es ligeramente recta, presenta un conspicuo cíngulo anterior. Las cúspides presentan una condiciónseudomolariforme, es decir con cuatro cúspides, con un protocono muy amplio de contorno redondeado y contiene una amplia foseta cicular; el hipocono es alargado en sentido linguo-vestibular y angosto en sentido mesio-distal con un contorno triangular y presenta una pequeña foseta; el paracono posee un contorno rectangular con una foseta angosta, está roto, pero sus dimensiones son similares al protocono; el metacono tiene un contorno triangular, es relativamente pequeño y a pesar de que el diente está muy desgastado el metacono porta la única cúspide observable con una foseta diminuta (Figs. 4. 4a y 4b).

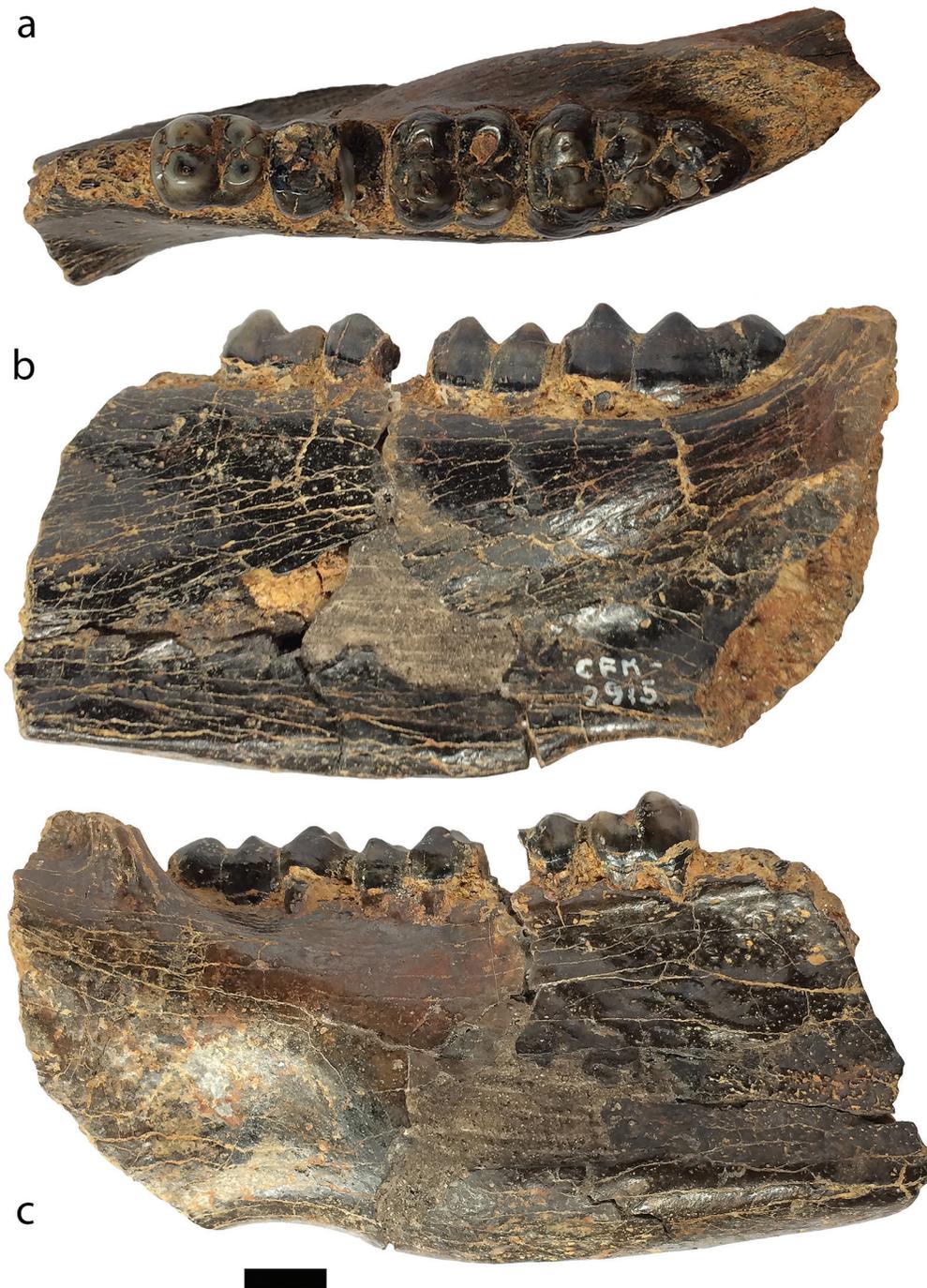


Fig. 3: CFM-2915, *Prosthennops serus* (Cope, 1877), fragmento de ramo mandibular derecho en a vista oclusal, b vista lingual y c vista vestibular. Escala visual 1 cm.

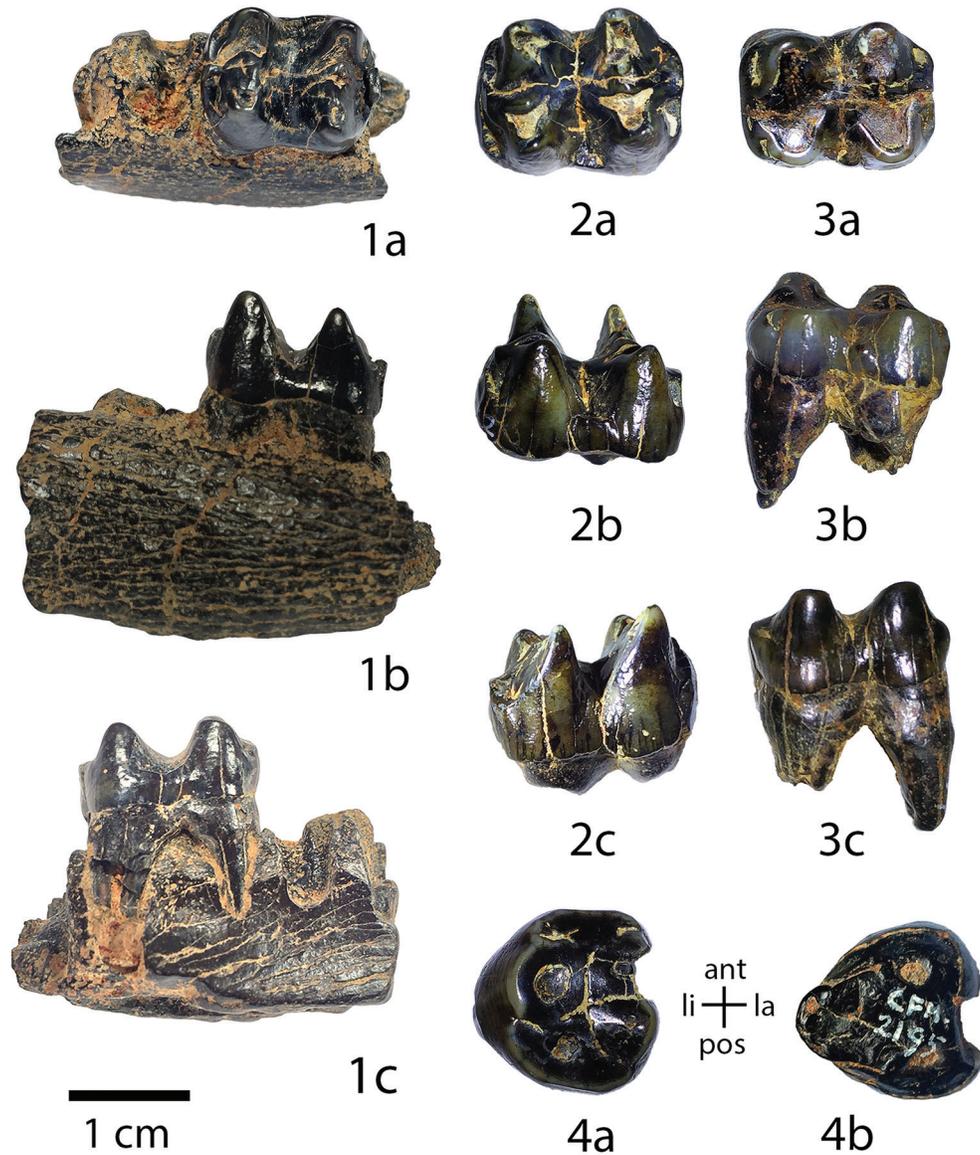


Fig. 4: *Prosthennops serus* (Cope, 1877) 1. CFM-1861 corresponde a un fragmento de mandíbula derecha con un m2 preservado; 2. CFM-1862 corresponde a la corona de un 2m y 3. CFM-1499 corresponde a un m2, en todos los casos las vistas son: a oclusal, b lingual y c labial. *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) 4. el CFM-2195 corresponde a un 3PM a. vista oclusal y b. detalle de la raíz, ant anterior, pos posterior, li lingual y la labial o vestibular.

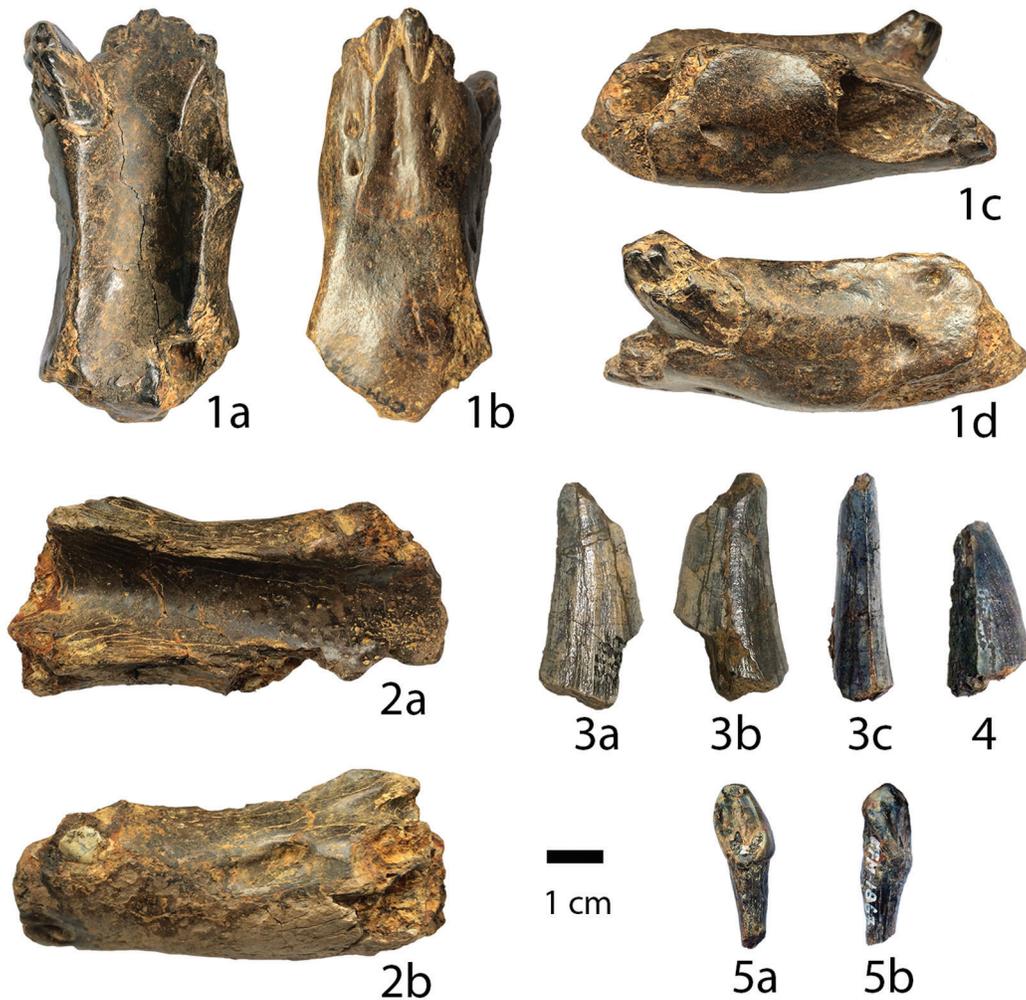


Fig. 5: 1. *Prosthennops serus* (Cope, 1877), fragmentos sinfisiales el 1. CFM-1652, en vistas a. dorsal, b. ventral, c. y d. laterales, 2. CFM-1651, en vistas a. dorsal y b. lateral. 3. y 4. Fragmentos de caninos superiores en vistas a. labial, b. lingual y c. comisural. 5. Primer incisivo superior derecho en vista a. lingual y b. comisural.

**Discusión**

Los premolares superiores de *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) se destacan por no ser molariformes, incluso los cuartos premolares.

El ejemplar CFM-2195 es un 3PM que, aunque muy desgastado, se caracteriza por su talla comparativamente más grande que los restantes molares de Tayassuidae colectados en San Gerardo de Limoncito, el contorno redondeado de su corona que, a pesar de estar desgastada, muestra una base notablemente ensanchada y desplazada lingualmente, y la presencia de un amplio cíngulo anterior. Todas estas características son propias de los premolares superiores terceros de *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) y no se diferencian de los ejemplares p.e. de Bone Valley ilustrados por Wright (1989) en las figuras 2a y 2b, Pipe Creek Sinkhole, Indiana ilustrado por Prothero y Sheets (2013) en la fig. 1 o el espécimen de Buis Ranch, ilustrado en la Online Repository of Fossils (UMORF) of The University of Michigan.

Por otra parte, los datos biométricos del ejemplar CFM-2195 coinciden dentro del ambito de dispersión para los terceros premolares superiores de *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980), ver figura 2.

## Distribución paleobiogeográfica

En Estados Unidos la especie *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) se ha registrado para el Mioceno Superior, en el Hemphilliano Hh3 de Coffee Ranch en Texas, Hh4 de Buis Ranch en Texas y Palmetto en La Florida (Webb et al., 2008, 1998), Hh3-Hh4 de Bone Valley en La Florida y Hh4 Pipe Creek Sinkhole Local Fauna, Indiana (Prothero y Sheets, 2013).

La especie *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) se ha descrito para el Mioceno Superior de México, en el Hemphilliano tardío de la Cuenca de San Miguel Allende en las localidades Hh4 de Rancho El Ocote, Rinconada, Arroyo Tepalcates y Hh3 de Coecillos; en la Cuenca de Tepeji del Río en la localidad Hh4 de Plegaria en el Estado de Hidalgo, en las localidades de Hh3 Santa María y Hh4 La Hacienda en la Cuenca de Tecolotán en el Estado de Jalisco y la localidad de Hh3 Chincua en el Estado de Michoacán (*sensu* Carranza-Castañeda et al., 2013; Dalquest y Mooser, 1980).

En América Central el presente hallazgo de la localidad de San Gerardo de Limoncito con una edad confirmada Hh3 constituye el registro más austral de la especie.

**Tribu TAYASSUINI Perini et al. (2016)**

**Género *Prosthennops* Gidley (1904)**

***Prosthennops serus* (Cope, 1877) Gidley (1904)**

**Clarendoniano Tardío – Hemphilliano Tardío temprano C13 – Hh3**

## Sinonimia

- *Dicotyles serus* en Cope (1877, pp. 224 – 225)
- *Prosthennops serus* Cope (1878, en Matthew y Thomson, 1924, p. 179)
- *Prosthennops (Prosthennops) serus* Cope (1878, en Skinner et al., 1977, p. 359)
- *Prosthennops graffhami* Schultz y Martin (1975, pp. 35-36)
- *Prosthennops serus* Cope (1878, en Wright (1998, p. 397)

## Descripción

i2i-i3i: fragmentos de las coronas de estos incisivos están presentes en la sínfisis del ejemplar CFM-1652 (Fig. 5. 1b).

1c: se preserva parte de la corona del canino inferior izquierdo en el ejemplar CFM- 1652, la cual es ligeramente abultada y no tan comprimida en sentido linguo-vestibular (Fig. 5. 1a-d).

c1: se preserva parte de la corona del canino inferior derecho en la cavidad alveolar de la sínfisis del ejemplar CFM- 1651 (Fig. 5. 2b).

11: el ejemplar CFM-1867 (Fig.5. 5a-b) se halla roto en la porción distal de la raíz, es ovoide y muestra poco desgaste en su superficie oclusal.

C1: se preservan 2 fragmentos de caninos superiores derechos con la cara lingual de la corona ligeramente más plana que la cara labial ligeramente que es más inflada. El CFM-2637, aunque roto se caracteriza por su gran tamaño, ser comprimido en sentido linguo-vestibular y presentar filos agudos y lisos en los bordes anterior y posterior, y el CFM-5397, corresponde a un fragmento anterior de corona con filo liso (Fig. 5. 3 y 4).

pm4: premolar molariforme, cuadrirradicado con corona rectangular y cúspides medianamente desgastadas. El protocónido y el metaconido presentan un contorno cuasicircular, siendo el protocónido ligeramente más elevado; el hipocónido y el entocónido son bastante más pequeños, ambos de contorno subcircular; el hipoconulido tiene un contorno triangular y el entoconulido tiene un contorno circular. Presenta un conspicuo cúngulo anterior (Fig. 3).

m1: molar roto del cual solo se preservó el lofo distal con el protocónido y el metacónido medianamente desgastados, siendo el primero ligeramente más elevado (Fig. 3).

2m2: los segundos molares inferiores presentan un contorno general rectangular con el eje de los lofos anteriores y posteriores paralelos entre si y perpendiculares con respecto al eje anteroposterior del diente. De las cúspides labiales el protocónido es la cúspide más alta, seguida por el hipocónido y ambas son en general más elevadas que las cúspides linguales siendo el metacónido ligeramente más alto que el entocónido, ello es particularmente notable en los ejemplares CFM-1861 y CFM-1862 (Figs. 4.1 y 4.2) con desgaste incipiente de la corona. Tanto el hipoconulido que tiene un contorno triangular y el entoconulido de contorno elíptico son muy reducidos y poco prominentes, observables únicamente en estados de desgaste avanzado como en el ejemplar CFM-2915 (Fig. 3) y desaparecen en estados de desgaste muy avanzados como en el ejemplar CFM-1499 (Fig. 4.3), donde todas las cúspides principales presentan figuras de desgaste o fosetas triangulares a manera de tréboles simples. Estos molares no presentan cíngulo labial o vestibular, pero si presentan cíngulo mesial y distal, siendo más evidente el mesial. Las coronas en sus bases pueden presentar crenulaciones cortas muy sutiles y poco profundas en el esmalte.

## DISCUSIÓN

La morfología de la corona de los molares inferiores, incluyendo el cuarto premolar, de *Prosthennops serus* es la menos bunodonta y notablemente bilofodonta (Fig. 4.1 y 4.2) en comparación con la observada en las especies *Mylohyus elmorei*, *Platygonus pollenae* y *Protherohyus brachydontus*. Los cíngulos en los molares inferiores de *Prosthennops serus* solo están presentes en las caras mesial y distal, en esta última formando un pequeño talónido, además son muy rectos y no se proyectan lingual o labialmente como en el caso de *Platygonus pollenae*, *Mylohyus elmorei* y *Protherohyus brachydontus*, siendo en estas dos últimas especies particularmente curvos lo que le imprime a los molares un contorno más redondeado, en tanto que el contorno de los dientes inferiores desde el 2p2 al 2m2 son notablemente rectangulares y marcadamente lofodontes, p.e. ver los ejemplares con coronas con poco desgaste como CFM-1861 y CFM-1862 (Fig. 4.1 y 4.2).

El pm4 presente en la hemimandíbula derecha (CFM-2915) presenta dimensiones AT y APO que lo ubican fuera del rango de *Mylohyus elmorei* y *Platygonus pollenae* y lo ubican dentro de la nube de *Protherohyus brachydontus* y *Prosthennops serus* (Fig.6 gráfico superior). En el caso del m1, aunque roto, se estimó su longitud APO y se midió su longitud AT, permitiendo ubicarlo en el rango de tendencia de *Prosthennops serus* (Fig. 6, gráfico inferior), dejándolo fuera del rango de las restantes especies hemphillianas tardías de tayassuidos.

Los segundos molares inferiores están representados por 4 especímenes y presentan dimensiones anteroposteriores y transversales que permiten diferenciarles fácilmente de otras especies de tayassuidos del Hemphilliano tardío como por ejemplo de *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980), *Platygonus pollenae* Prothero y Grenader, 2012 y *Mylohyus elmorei* White (1942) (Fig. 7). A pesar de que los molares inferiores presentan dimensiones ligeramente por debajo de sus similares descritos en América del Norte para la especie *Prosthennops serus* (Cope, 1878), con excepción del ejemplar CFM-1862, todos caen dentro del rango de tendencia de esta especie. Cabe señalar que el ejemplar CFM-1862 es indiferenciable morfológicamente de los restantes segundos molares inferiores de *P. serus*, aunque es notable por su relativo gran tamaño de un 11,88 a un 12,45% de longitud anteroposterior más grande que los ejemplares más pequeños.

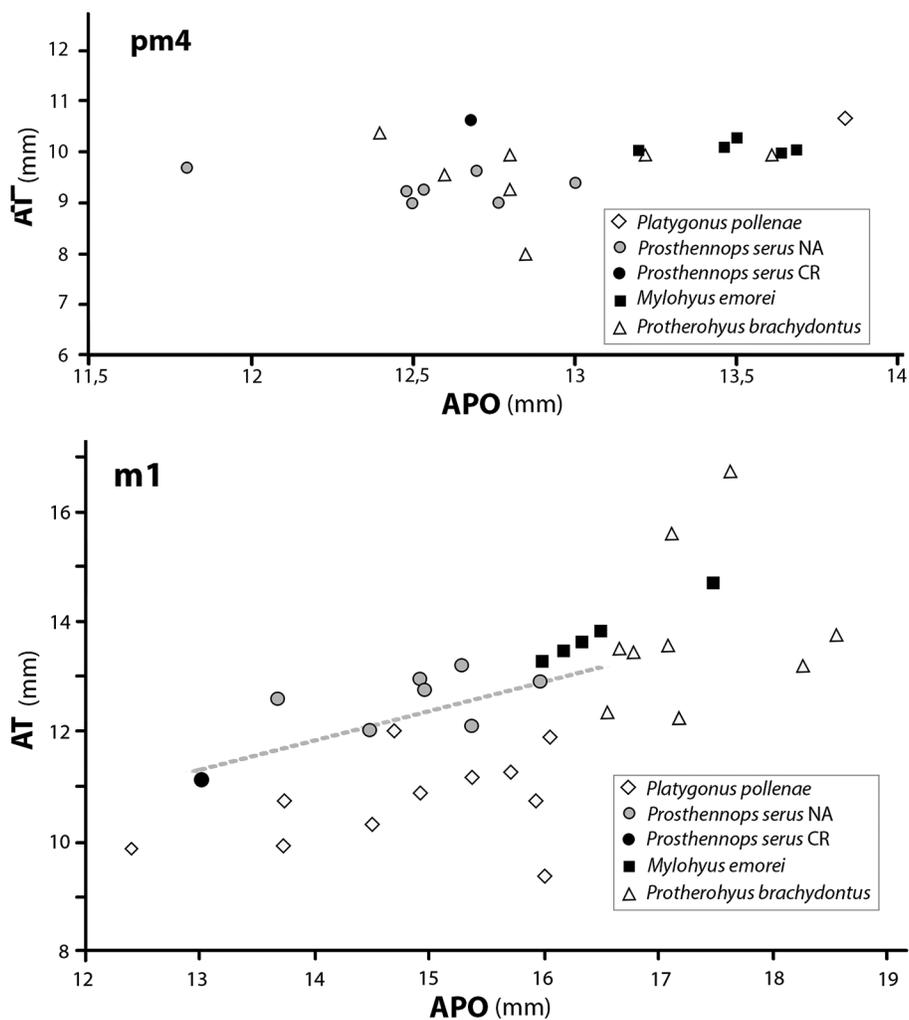


Fig. 6: Gráficos de dispersión de APO longitud anteposterior vs. AT ancho transversal de los cuartos premolares y primeros molares inferiores de 4 especies de Tayassuidae del Hemphilliano de Norte América comparadas con los similares de la muestra CFM-2915.

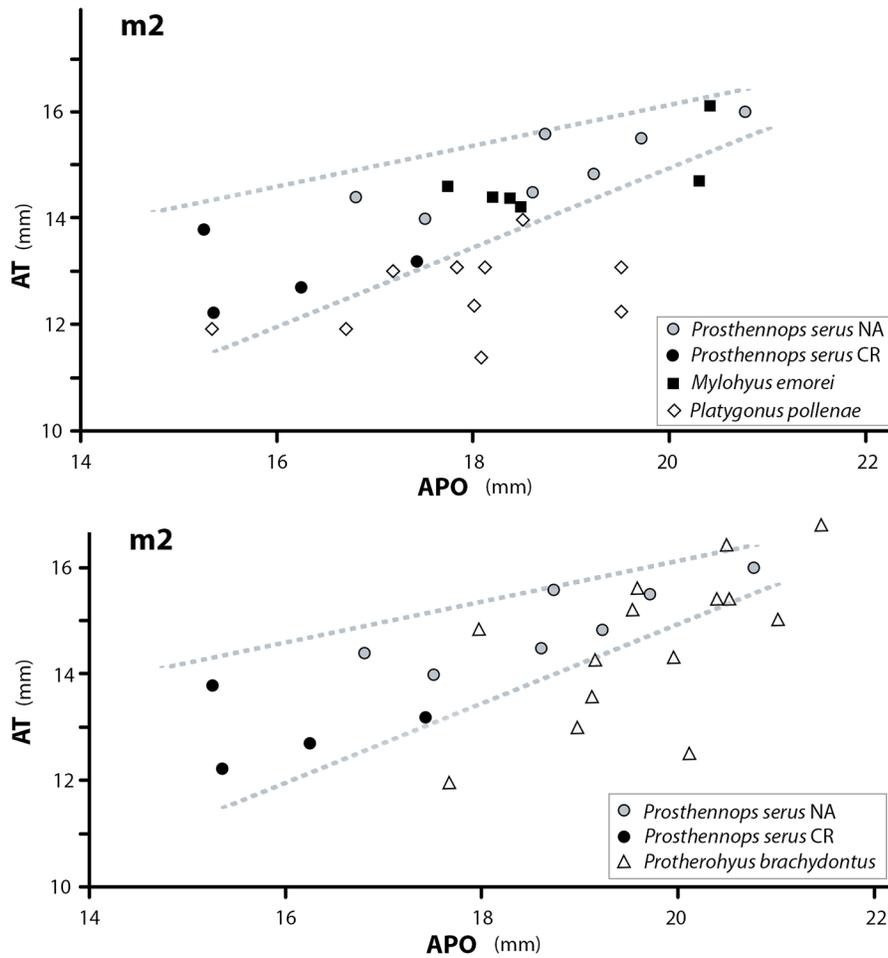


Fig. 7: gráficos de dispersión de APO longitud anteposterior vs. AT ancho transversal de los segundos molares inferiores de 4 especies de Tayassuidae del Hemphilliano de Norte América comparadas con los ejemplares CFM-1499, CFM-1861, CFM-1862 y CFM-2915.

El m3, por su parte, presenta dimensiones que son compatibles con la línea de tendencia de los 3m3 de *Prosthennops serus* (Cope, 1878) (Fig. 8), muy próximo al rango más pequeño registrado para individuos de América del Norte, específicamente al ejemplar de la University of Nebraska State Museum, con el código 36 UNSM 76052T cf. Schultz y Martin (1975), compilado por Doughty (2016).

**Material postcranial de Tayassuini**

Descripción: el CFM-3102 corresponde a una falange proximal completa con la superficie proximal de contorno redondeado más o menos oval (Fig. 9).

Dos fragmentos de húmeros izquierdos, el CFM-1260 corresponde al fragmento de menor talla y el CFM-3056 al de mayor talla, en el caso del primer ejemplar la fosa olecraneana se preservó y presenta un contorno triangular; en ambos ejemplares el epicóndilo medial es angosto y alargado, y el epicóndilo lateral es corto y relativamente angosto, la tróclea es relativamente ancha latero-medialmente con la superficie patelar en forma de reloj de arena.

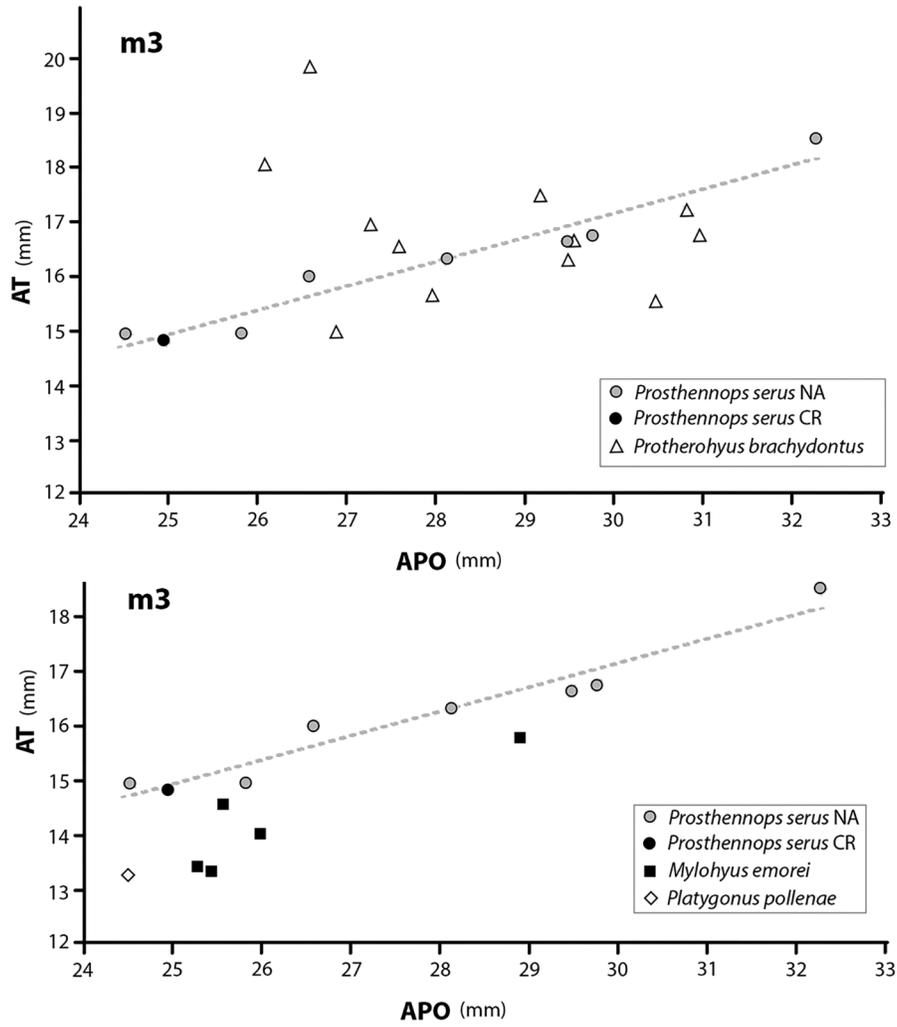


Fig. 8: gráficos de dispersión de APO longitud anteposterior vs. AT ancho transversal de los terceros molares inferiores de 4 especies de Tayassuidae del Hemphilliano de Norte América comparadas con el ejemplar del fragmento de mandíbula CFM-2915.



Fig. 9: *Prosthennops serus* CFM-3102 falange proximal I del dígito III del pie izquierdo en vista a. lateral, b. medial, c. anterior, d. posterior y e. proximal.

El CFM-3842 corresponde a un fragmento proximal de un radio-ulnar en el que se observa parte de la escotadura troclear y la fosa capitular. El espécimen es notable por mostrar numerosas marcas de gnaticnia.

Discusión: a nivel de post-cráneo la presencia de una ulna y un radio fusionados es uno de los caracteres típicos de la familia Tayassuidae *sensu* Scott (1913) y Kurtén y Anderson (1980), pero no podríamos determinar a cuál de las 2 especies pertenece, debido a lo fragmentario del material (Fig. 10.3a-c).

En el caso de los fragmentos distales de húmeros izquierdos, es posible deducir que se trata de 2 individuos de tallas ligeramente diferentes, el ejemplar CFM-1260 (Figs. 10.2a-d) es en general más pequeño, pero su tróclea es ligeramente más robusta que la que presenta el ejemplar CFM-3056 cuya talla general es ligeramente mayor (Figs. 10. 1a-d).

### Distribución paleobiogeográfica

El primer registro fósil conocido para América Central de un Tayassuidae corresponde a Woodburne (1969) quien registró la especie *Pecari tajaçu* (= *Dicotyles tajaçu*) (Linnaeus, 1758), el cual fue colectado por Barnum Brawn en 1949, en una barra de punto en el lecho del Río de La Pasión a 2 km al sur de la desembocadura del Río Santa Amelia en el departamento de Petén, en sedimentos del Pleistoceno tardío.

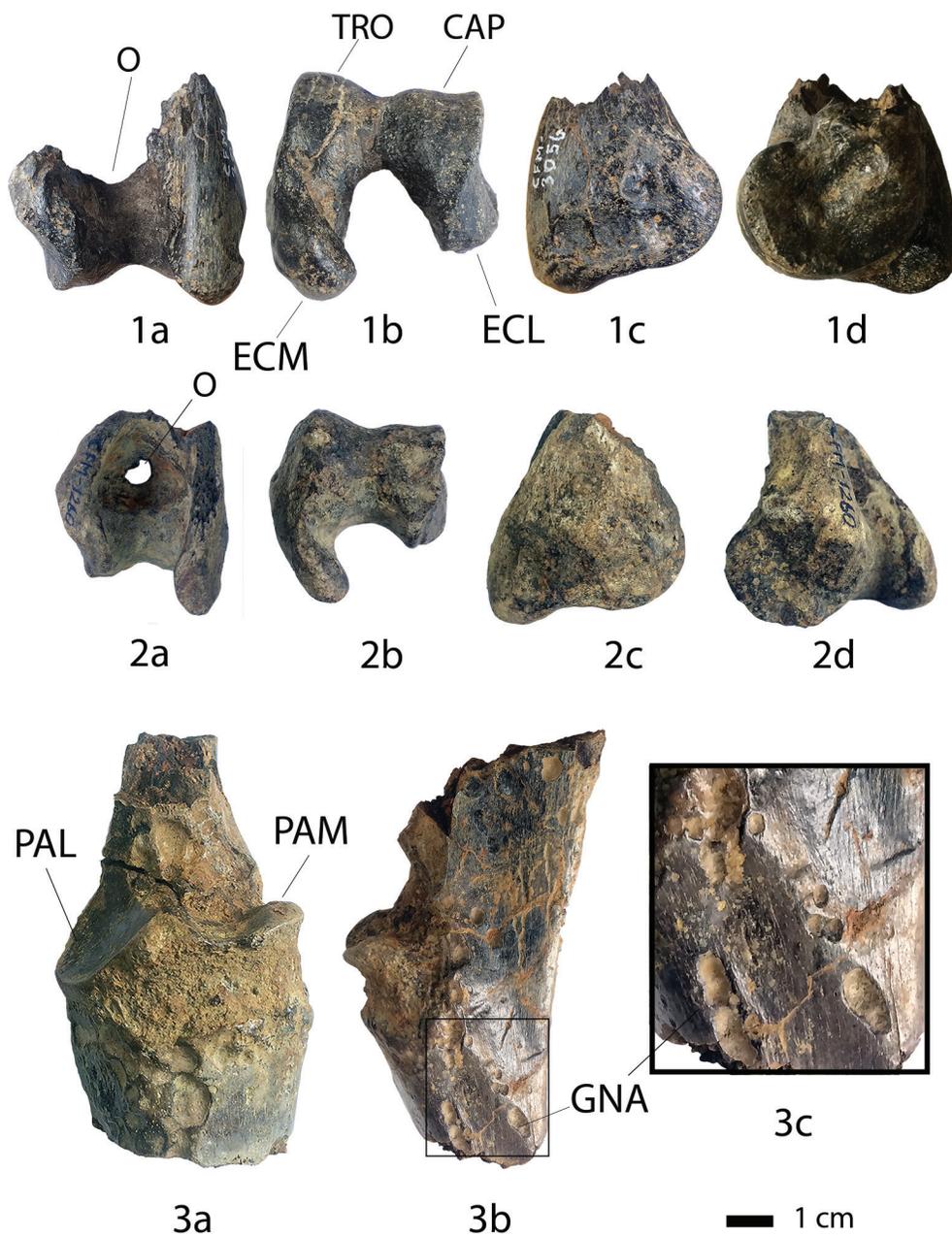


Fig. 10: fragmentos distales de húmeros izquierdos, ejemplares 1. CFM-3056 y 2. CFM-1260 en vista a. posterior, b. distal, c. medial y e. lateral. 3. CFM-3842, fragmento proximal de radio-ulnar izquierdo en vistas a. craneal y b. lateral, c. detalle del recuadro de la superficie donde se observan marcas de gnathichnia.

El segundo registro de un Tayassuidae fósil corresponde a Webb y Perrigo (1984), quienes describieron un M3 de *Prosthennops* cf. *P. serus*, procedente de la localidad Las Culebras de la Formación Gracias de edad Hemphilliano temprano Hh1.

El tercer registro de un Tayassuidae fósil en la región corresponde a la especie "*Cynorca*" *occidentale* Woodburne, 1969, el material fue colectado en la localidad de Centenario, en la Formación Cucaracha y descrito por MacFadden et al., 2010. La fauna de Centenario se le ha asignado una edad NALMA Hemingfordiano temprano (He 1), 18,8 a 19,04 Ma (cf. MacFadden et al., 2014).

La especie *Prosthennops serus* (Cope, 1877) de acuerdo a Doughty et al. (2018) ha sido registrada en el Mioceno Superior de América del Norte para el Clarendoniano temprano de "Loup Fork beds" en Sappa Creek, Republican River en el noroeste de Kansas (Matthew et al., 1918, Colbert, 1935) Mioceno Superior de la Formación Ogallala cf. Wright (1998), el Hemphilliano temprano de Malheur County, Oregon (Colbert, 1938), el Hemphilliano temprano a tardío temprano de Nebraska (Hesse, 1935; Schultz & Martin, 1975), el Hemphilliano temprano tardío de Mauvilla Local Fauna en Alabama (Hulbert & Whitmore, 2006), en esta localidad se registra *Prosthennops* cf. *serus*, fundamentado en un P4 (Hulbert y Whitmore, 2006). El Hemphilliano temprano de la localidad de Tynner Farm, centro norte de Florida, Hulbert, Morgan y Kerner (2009) y el Hemphilliano tardío – Blancano temprano de Gray Fossil Site en los Apalaches de Tennessee (Doughty et al., 2018) (Fig. 11).

Otras localidades citadas por Wright (1998) portadoras de material comparable a *Prosthennops serus* son Deer Lodge Basin del Hemphilliano temprano de Montana; Higgins Local Fauna de edad Hemphilliano Temprano tardío de Texas y Wray Fauna del Hemphilliano tardío temprano de Colorado *sensu* Doughty (2016) y Doughty et al., 2018.

En América Central cabe destacar el registro fósil previo de un 3M, muy desgastado, de *Prosthennops serus* recuperado en sedimentos de la Formación Gracias en Honduras y de edad Hemphilliano temprano Hh1 (Webb y Perrigo, 1984) y el presente registro de *Prosthennops serus* para el sur de Costa Rica, en el Mioceno Superior de la Formación Curré, procedente de la localidad de San Gerardo de Limoncito de edad Hemphilliano tardío temprano Hh3.

Localidades con material descartado, previamente asignado a *Prosthennops serus* (Cope, 1878), como: Coffee Ranch Fauna en Texas (aproximadamente 6.6 Ma *sensu* Passey et al., 2002), Doughty et al. (2018) consideran que el material fósil descrito para esta localidad debe ser reasignado a otra especie; los materiales del Hemphilliano tardío – Blancano del estado de Hidalgo y Rancho El Ocote en el estado de Guanajuato (cf. Wright, 1998); con relación a estos registros es importante agregar que aunque Wright, 1998 los asume como *P. serus*, Carranza-Castañeda et al., 2013, describen el primer registro como *Prosthennops* sp.? para la localidad de Zietla, cuenca de Zacualtipán en el estado de Hidalgo y el segundo registro como *Protherohyus brachydontus* para las dos localidades de Rancho El Ocote, por lo que al parecer no existe un registro de la especie *Prosthennops serus* en México.

## CONCLUSIONES

Los elementos dentales permiten reconocer claramente 2 especies de Tayassuidae en el Hemphilliano tardío del sur de América Central, *Prosthennops serus* (Cope, 1878) y *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980), recuperados en la localidad de San Gerardo de Limoncito y con una edad radiométrica de  $5,8 \pm 0,60/-0,80$  Ma (ver apéndice). Ello además, sugiere un patrón simpátrico de distribución.

Los especímenes de *Prosthennops serus* (Cope, 1878) de la localidad de San Gerardo de Limoncito son proporcionalmente los más pequeños de la especie, en contraposición con los ejemplares de Tyner Farm y Gray Fossil Site, que son los que muestran las proporciones más grandes (*sensu* Doughty et al., 2018). Este rango de dimensiones confirma la gran variabilidad intraespecífica previamente reconocida por (Doughty, 2016, Doughty et al., 2018) para *Prosthennops serus* (Cope, 1878). Esta relativa "pequeña talla" de los ejemplares costarricenses podría obedecer a factores ecológicos limitantes, como lo sería la extensión y el desarrollo paleogeográfico del arco de islas Costa Rica – Panamá en el Mioceno Superior.

Los hallazgos de *Prosthennops serus* (Cope, 1878) en América Central Meridional, amplía el rango de distribución paleogeográfica de la especie, desde Oregon y Montana en el noroeste hasta Los Apalaches en el centro sureste, las Grandes Planicies, la Costa del Golfo y La Florida en el sureste de E.E.U.U, hasta Honduras y ahora, el sur de Costa Rica. Además,

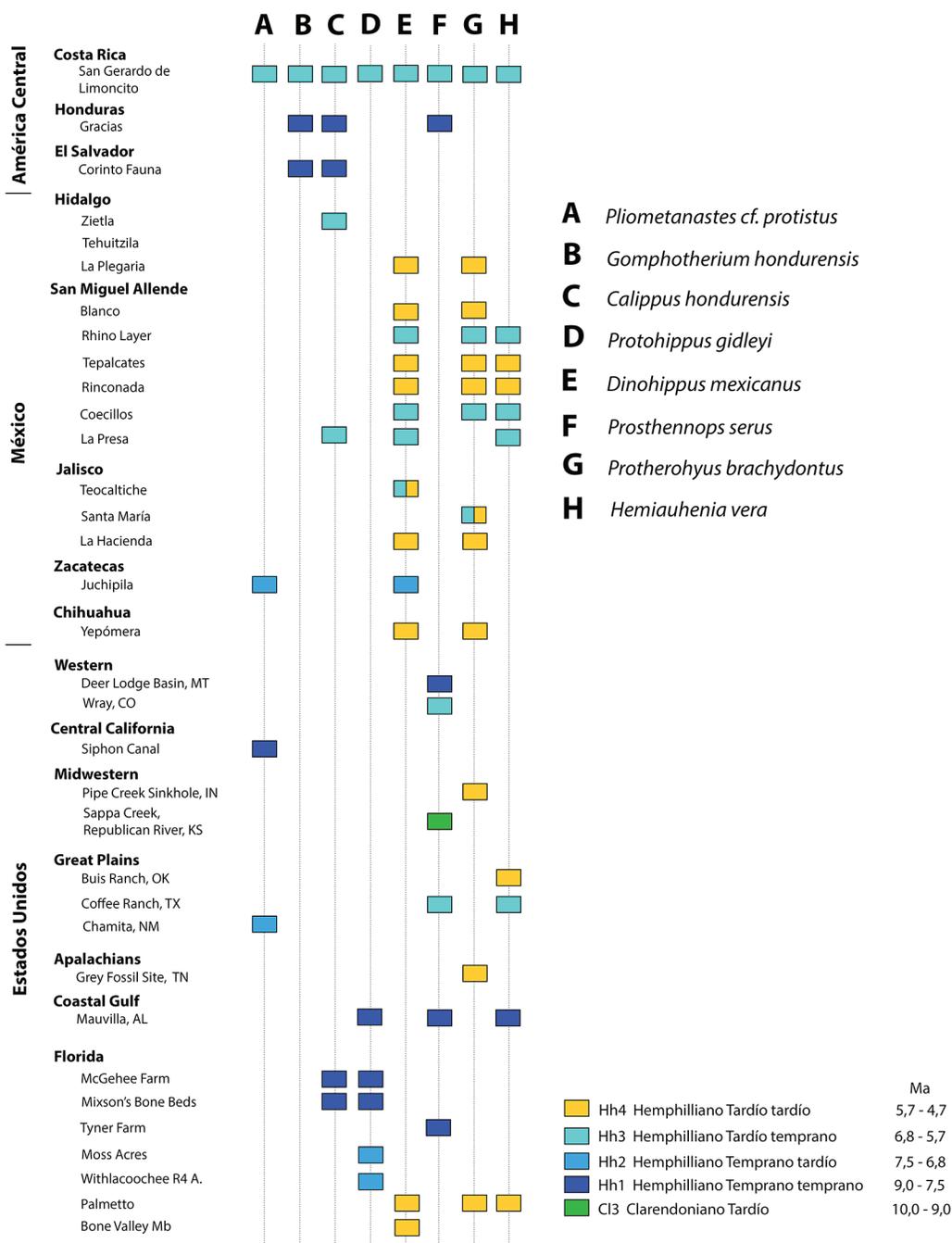


Fig. 11: Cuadro de correlación biocronológica y paleobiogeográfica de los mamíferos de la localidad de San Gerardo de Limoncito con otras localidades fosilíferas de América Central y del Norte.

la localidad de San Gerardo de Limoncito con una edad confirmada Hh3 constituye el registro más austral de la especie *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) y el único de América Central.

Las especies *Prosthennops serus* (Cope, 1878) y *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) habitaron en un bosque lluvioso tropical mucho más húmedo que los bosques lluviosos actuales del sur de Costa Rica, con presencia abundante de plantas tipo  $C_3$  (cf. Pérez-Crespo et al., 2018). Durante el Hemphilliano Tardío temprano Hh3, alrededor de los 5.8 Ma, en esta época al final del Mioceno, estos bosques tropicales se ubicaban al nivel del mar próximos al litoral y estaban asociados a posibles humedales tipo estuario (Valerio, 2010).

### Simpatría

El registro de 2 géneros y especies de Tayassuinae en el Hemphilliano tardío Hh3 del sur de América Central, sugiere potencial competición por recursos y territorio, muy similar a lo observado por Doughty, 2016 para la fauna de peccaries de Gray Fossil Site del Mioceno Superior de Tennessee.

¿Cómo se dio esta competencia? Pues no es posible determinarlo, los escenarios posibles serían: 1. Compartición del territorio debido a una diferencia en el consumo de frutos y otros alimentos, 2. Comportamiento evasivo de las dos especies y 3. División temporal del hábitat, estos dos últimos casos se darían mediante el uso de glándulas odoríferas y la demarcación de territorios. Todas estas conductas, han sido observadas en regiones donde en la actualidad habitan 2 de las 3, o las 3 especies de pecaries actuales (Bodmer, 1989; Kiltie, 1981; Mayer y Brandt, 1982).

Por último, la localidad de San Gerardo de Limoncito, provee evidencia sólida de la coexistencia de las especies *Prosthennops serus* (Cope, 1878) y *Protherohyus brachydontus* Dalquest y Mooser (1980) en el Hemphilliano Tardío temprano (Hh3), algo que Wright, 1998 había supuesto, cuando consideró la posibilidad del traslape territorial de ambas especies durante el Hemphilliano Tardío de América del Norte, pero no pudo demostrarlo de manera explícita.

### AGRADECIMIENTOS

A Evan M. Doughty M.Sc. de East Tennessee State University, por su aporte bibliográfico y compartir los datos biométricos por él compilados en su tesis de maestría, de decenas de ejemplares de tayassuidae depositados en numerosas universidades de Estados Unidos, nuestro sincero agradecimiento.

Al Dr. Spencer Lucas del New Mexico Museum of Natural History por sus valiosas observaciones que permitieron la mejora del manuscrito.

Nuestro especial agradecimiento al Dr. Peter Schaaf y al personal del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, UNAM, que intervinieron en la obtención de datos: a Teodoro Hernández Treviño por la preparación mecánica de las muestras. A Gabriela Solís Pichardo por realizar los trabajos analíticos isotópicos en el laboratorio de química ultrapura, la reducción de los datos y el cálculo de las edades. A Gerardo Arrieta García por las mediciones isotópicas. Al LUGIS por el financiamiento parcial de los análisis.

Al Dr. Ascanio Rincón del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Laboratorio de Paleontología, por el apoyo logístico con el trámite y envío de las muestras al LUGIS.

### REFERENCIAS

- Ameghino, F. (1908). Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapalmalán. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, 10(3), 343-428.
- Bodmer, R. E. (1989). Frugivory in Amazonian Artiodactyla: evidence for the evolution of the ruminant stomach. *Journal of Zoology*, 219(3), 457-467.

- Carranza-Castañeda, O., Aranda- Gómez, J. J., Wang, X. & Iriondo, A. (2013). The Early-Late Hemphillian (Hh2) faunal assemblage from Juchipila Basin, State of Zacatecas, Mexico, and its biochronologic correlation with other Hemphillian faunas in Central Mexico. *Contribution in Science*, 521, 13-49.
- Carrillo, E., Wong, G. y Sáenz, J. (1999). *Mamíferos de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Colbert, E. H. (1935). A new fossil peccary, *Prosthennops niobrarensis*, from Brown County, Nebraska. *Nebraska State Museum Bulletin*, 44, 419-430.
- Colbert, E. H. (1938). Pliocene peccaries from the Pacific Coast region of North America. *Carnegie Institute of Washington Publication*, 487, 241-269.
- Cope, E. D. (1877). Descriptions of new Vertebrata from the upper Tertiary formations of the West. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 17, 219-231.
- Dalquest, W. W. & Mooser, O (1980). Late Hemphillian mammals of the Ocote local fauna, Guanojuato, Mexico. *Pearce-Sellards Series*, 32, 1-25.
- Doughty, E. M. (2016). Peccaries (Artiodactyla: Tayassuidae) from the Late Miocene to Early Pliocene Gray Fossil Site: Regional implications with a review of Tayassuinae. *Electronic Theses and Dissertations*. Paper 3053. <http://dc.etsu.edu/etd/3053>
- Doughty, E. M., Wallace, S. C., Schubert, B. W. & Lyon, L. M. (2018). First occurrence of the enigmatic peccaries *Mylohyus elmorei* and *Prosthennops serus* from the Appalachians: latest Hemphillian to Early Blancan of Gray Fossil Site, Tennessee. *PeerJ*, 6, e5926. doi: 10.7717/peerj.5926
- Dutra, R. P., Casali, D., Missagia, R. V., Gasparini, G. M., Perini, F. A. & Cozzuol, M. A. (2016). Phylogenetic Systematics of Peccaries (Tayassuidae: Artiodactyla) and a Classification of South American Tayassuids. *Journal of Mammalian Evolution*, 24, 345-358. doi: 10.1007/s10914-016-9347-8.
- Frailey, C. D. & Campbell, K. E. Jr. (2012). Two new genera of peccaries (Mammalia, Artiodactyla, Tayassuidae) from upper Miocene deposits of the Amazon Basin. *Journal of Paleontology*, 86, 852-877.
- Eisenberg, J. F. & Redford, K. H. (1999). *Mammals of the Neotropics* (Vol. 3). Chicago: University of Chicago Press.
- Gasparini, G. M., Kerber, L. & Oliveira, E. V. (2009). *Catagonus stenocephalus* (Lund in Reinhardt, 1880) (Mammalia, Tayassuidae) in the Touro Passo Formation (Late Pleistocene), Rio Grande do Sul, Brazil. Taxonomic and palaeoenvironmental comments. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 254(3), 261-273.
- Gidley, J.W. (1904). Part III-Dicotylidae. En W.D. Matthew & J.W. Gidley (Eds.), *Article XXII-New or little known mammals from the Miocene of South Dakota, American Museum Expedition of 1903* (pp. 241-268). Bulletin of the American Museum of Natural History, 20.
- Gongora, J., Biondo, C., Cooper, J.D. , Taber, A., Keuroghlian, A., Altrichter, M., Ferreira do Nascimento, F., Chong, A.Y., Yumi Miyaki, C., Bodmer, R., Mayor, P. y González, S. (2011). Revisiting the species status of *Pecari maximus* van Roosmalen et al., 2007 (Mammalia) from the Brazilian Amazon. *Bonn zoological Bulletin*, 60(1), 95-101.
- Hesse, C. J. (1935). A vertebrate fauna from the type locality of the Ogallala Formation. *University of Kansas Science Bulletin*, 22(8), 79-117.

- Hulbert, R. C. Jr. (2001). Mammalia 5, Artiodactyls. En R.C. Hulbert, Jr. (Ed.), *The fossil vertebrates of Florida* (pp. 242-279). Gainesville, USA: University Press of Florida.
- Hulbert, R. C. Jr. & Whitmore, F. C. (2006). Late Miocene mammals from the Mauville Local Fauna, Alabama. *Florida Museum of Natural History Bulletin*, 46(1), 1-28.
- Hulbert, R. C. Jr., Morgan, G. S. & Kerner, A. (2009). Collared peccary (Mammalia, Artiodactyla, Tayassuidae, Pecari) from the late Pleistocene of Florida. En L. B. Albright (Ed.), *Papers on Geology, Vertebrate Paleontology, and Biostratigraphy in Honor of Michael O. Woodburne* (pp. 543-555). Museum of Northern Arizona Bulletin, 65.
- Kiltie, R. A. (1981). Stomach contents of rain forest peccaries (*Tayassu tajacu* and *T. pecari*). *Biotropica*, 13(3), 234-236.
- Kurtén, B. & Anderson, E. (1980). *Pleistocene Mammals of North America*. Columbia, USA: University Press, New York.
- Marshal, L. G., Berta, A., Hoffstetter, R., Pascual, R., Reig, O. A., Bombin, M. & Mones, A. (1984). Mammals and Stratigraphy: Geochronology of the continental mammal-bearing Quaternary of South America. *Palaeovertebrata*. Montpellier, Mémoire Estraordinaire, 1-76.
- MacFadden, B. J., Kirby, M. X., Rincón, A., Montes, C., Moron, S., Strong, N. & Jaramillo, C. (2010). Extinct peccary “*Cynorca*” *occidentale* (Tayassuidae, Tayassuinae) from the Miocene of Panama and correlations to North America. *Journal of Paleontology*, 84(2), 288-298.
- MacFadden, B. J., Bloch, J. I., Evans, H., Foster, D. A., Morgan, G. S., Rincón, A. F. & Wood, A. R. (2014). Temporal calibration and biochronology of the Centenario Fauna, early Miocene of Panama. *Journal of Geology*, 122, 113-135.
- Matthew, W. D. Thomson, A. Whitford, A. C., Stoll, G. & Harold, J. (1918). Contributions to the Snake Creek Fauna with notes upon the Pleistocene of Western Nebraska American Museum Expedition of 1916. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 38(7), 183-229.
- Matthew, W. D. & Thomson, A. (1924). Third contribution to the Snake Creek fauna. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 50(2), 59-210.
- Mayer, J. J. & Brandt, P. N. (1982). Identity, distribution and natural history of the peccaries, Tayassuidae. *Mammalian Biology in South America*, 6, 85-93.
- Palmer, T. S. (1897). Notes on the nomenclature of four genera of tropical American mammals. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 11, 173-174.
- Passey, B. H., Cerling, T. E., Perkins, M. E., Voorhies, M. R., Harris, J. M. & Tucker, S. T. (2002). Environmental change in the Great Plains: an isotopic record from fossil horses. *The Journal of Geology*, 110(2), 123-140.
- Pérez-Crespo, V. A., Laurito, C. A., Arroyo-Cabrales, J., Valerio, A. L., Morales-Puente, P., Cienfuegos-Alvarado, E. & Otero, F. J. (2018). Feeding habits and habitat of herbivorous mammals from the Early–Late Hemphillian (Miocene) of Costa Rica. *Acta Palaeontologica Polonica*, 63(4), 645-652.
- Prevosti, F., Gasparini, G. M. & Bond, M. (2006). On the systematic position of a specimen previously assigned to Carnivora from the Pliocene of Argentina and its implication for the Great American Biotic Interchange. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 242, 133-144.

- Prothero, D. R. (2009). The early evolution of the North American peccaries (Artiodactyla: Tayassuidae). *Museum of Northern Arizona Bulletin*, 65, 509-541.
- Prothero, D. R. (2015). Evolution of the early Miocene Hesperhyine peccaries. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 67, 235-256.
- Prothero, D. R. & Grenader, J. (2012). A new primitive species of the flat-headed peccary *Platygonus* (Tayassuidae, Artiodactyla, Mammalia) from the Late Miocene of the high plains. *Journal of Paleontology*, 86(6), 1021-1031.
- Prothero, D. R. & Sheets, H. A. (2013). Peccaries (Mammalia, Artiodactyla, Tayassuidae) from the Miocene-Pliocene Pipe Creek Sinkhole local fauna, Indiana. *Kirtlandia*, 58, 54-60.
- Reig, O. A. (1952). Descripción previa de nuevos ungulados y marsupiales fósiles del Plioceno y del Eocuartario argentinos. *Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata*, 1, 119-129.
- Romer, A. S. (1966). *Vertebrate paleontology*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Scott, W. B. (1913). *Land mammals in the western hemisphere*. New York, USA: Macmillan Company.
- Schultz, C. B. & Martin, L. D. (1975). A new Kimballian peccary from Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 10(1), 35-46.
- Skinner, M. F., Skinner, S. M. & Gooris, R. J. (1977). Stratigraphy and biostratigraphy of late Cenozoic deposits in central Sioux County, western Nebraska. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 158(5), 263-327.
- Sowls, L. K. (1997). *Javelinas and other Peccaries: Their Biology, Management, and Use*. Texas: Texas A&M University Press, College Station.
- Valerio, A. L. (2010). *Paleontología, bioestratigrafía y paleoecología de los caballos fósiles de la Formación Curré en el cantón de Coto Brus, Costa Rica (análisis basado en material dental)* (Tesis de licenciatura inédita). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- van Roosmalen, M. G. M., Frenz, L., van Hooft, P., De Jongh, H. H. & Leirs, H. (2007). A new species of living peccary (Mammalia: Tayassuidae) from the Brazilian Amazon. *Bonner zoologische Beiträge*, 55(2), 105-112.
- Von den Driesch, A. (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*. Cambridge: Peabody Museum Bulletins, Harvard University.
- Wetzel, R. M., Dubos, R. E., Martin, R. L. & Myers, P. (1975). *Catagonus*, an extinct peccary, alive in Paraguay. *Science*, 189(42), 379-381.
- Webb, S.D. & Perrigo, S.C. (1984). Late Cenozoic vertebrates from Honduras and El Salvador. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4(2), 237-254.
- Webb, S.D., Hulbert, R.C. Jr., Morgan, G.S. & Evans, H.F. (2008). Terrestrial mammals of the Palmetto Fauna (early Pliocene, latest Hemphillian) from the central Florida phosphate district. *Natural History Museum Los Angeles County Science Series*, 41: 293-312.

- Wright, D.B. (1989). Phylogenetic relationships of *Catagonus wagneri*: sister taxa from the Tertiary of North America. En K. Redford y J. F. Eisenberg (Eds.), *Advances in Neotropical Mammalogy* (pp. 281-308). Gainesville, Florida: Sandhill Crane Press.
- Wright, D.B. (1991). *Cranial morphology, systematics, and evolution of Neogene Tayassuidae (Mammalia)* (Tesis de doctorado inédita). University of Massachusetts, Massachusetts, Estados Unidos.
- Wright, D. B. (1998). Tayassuidae. En C. M. Janis, K. M. Scott & L. L. Jacobs (Ed.), *Evolution of Tertiary mammals of North America* (pp. 389-401). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Wright, D. B. & Webb, S. D. (1984). Primitive Mylohyus (Artiodactyla: Tayassuidae) from the late Hemphillian Bone Valley of Florida. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 3, 152-159. doi: 10.1080/02724634.1984.10011969
- Woodburne, M. O. (1969). A late Pleistocene occurrence of collared pecary, *Dicotyles tajacu*, in Guatemala. *Journal of Mammalogy*, 50(1), 121-125.

## APÉNDICE

### Resultado de análisis isotópicos

Los análisis isotópicos de Sr, se realizaron con un espectrómetro de masas con fuente iónica térmica, marca *THERMO SCIENTIFIC MODELO TRITON PLUS* en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, UNAM. El espectrómetro cuenta con 9 colectores Faraday ajustables. Todas las mediciones se hicieron de manera estática.

Las muestras de Sr se cargaron como cloruros sobre filamento doble de renio y se midieron como iones metálicos. En cada corrida se analizaron 60 relaciones isotópicas para Sr. El software integrado arroja outliers dependiendo de la estabilidad de la señal. Los valores (1sd =  $\pm 1\sigma_{\text{abs}}$ ) se refieren a los errores durante la medición, en los últimos dos dígitos.  $2\text{SE}(M) = 2\sigma_{\text{abs}}/\text{raíz } n$ . Todas las relaciones isotópicas de Sr se corrigieron por fraccionamiento de masas vía normalización a  $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$ . Valores del LUGIS para el estándar NBS 987 (Sr):  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710253 \pm 12 (\pm 1\sigma_{\text{abs}}, n = 81)$ . Los blancos analíticos obtenidos en el tiempo de los análisis de las muestras de este trabajo resultaron 0.37 ng Sr (blanco de química).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) 9/11/2018

Muestra	Código LUGIS	Tipo	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	1 sd*	2SE(M)*	n	Peso gramos	Ma	$\pm M$
Venz-1	6058 AR CR	concha	0,709004	28	7	59	0,05857	5,80	0,60/-0,80
Venz-2	6059 AR CR	concha	0,708854	25	7	57	0,06235	11,15	1.55/-1,10

Análisis realizados en un Espectrómetro de masas *TRITON PLUS*  
Valor del laboratorio del estándar NBS987:  $0,710253 \pm 12^* n = 81$

\*) En las dos últimas cifras  
n = número de relaciones medidas por corrida  
1 sd = 1 desviación estándar  
 $2\text{SE}(M) = 2\text{sd}/\text{raíz } n$

### LOWESS 5 Fit 26 03 13

McArthur, J. M., Howarth, R. J. & Shields, G. A. (2012). Strontium Isotope Stratigraphy. En F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz y G. M. Ogg (Eds.). *The Geology Time Scale* (Vols. 1 y 2, pp. 127-144). Amsterdam: Elsevier

Realización de los trabajos analíticos:  
M.C. Gabriela Solís Pichardo  
M.C. Gerardo Arrieta Garcia  
Ing. Teodoro Hernández Treviño

**Nota de los autores:** la muestra 6059 AR CR datada 11,15 Ma dio un fechamiento errado por contaminación por arcillas.