

ROCAS VOLCANOSSEDIMENTARIAS MESOZOICAS Y HUELLAS DE DINOSAURIOS EN LA REGION SUROCCIDENTAL PACIFICA DE MEXICO

Ismael Ferrusquia-Villafranca*,
Shelton P. Applegate* y
Luis Espinosa-Arrubarrena*

RESUMEN

En el área de Playa Azul, Michoacán, se encontró una secuencia volcanosedimentaria jurásica media cretácica temprana? constituida principalmente por rocas lávicas andesíticas, piroclásticas riolíticas, biomicritas y litarenitas rojas filovolcareníticas, portadoras de huellas de dinosaurios. Estas últimas se designan como Dinosaurioicnofauna Chuta. Las rocas se interdigitan complejamente; su rumbo es NNE y su inclinación 45-60° al SSE. La secuencia está afectada por dos sistemas de fallas y fracturas e intrusionada por diquestratos, troncos y diques deformados. Se reconoce así, por vez primera, para la región suroccidental pacífica de México, la presencia de una secuencia mesozoica volcanosedimentaria transicional predominantemente continental.

La Dinosaurioicnofauna Chuta está constituida por siete morfotipos diferentes, asignables a dinosaurios bípedos terópodos y ornitópodos. Este es el primer registro de huellas de dinosaurios en México, constituye el registro más austral de dinosaurios en Norteamérica y evidencia la continuidad hacia el sur de la dinosauriofauna jurásica media -- cretácica temprana norteamericana, por lo menos, hasta el extremo sur de Michoacán.

ABSTRACT

A Middle Jurassic - Early Cretaceous? volcanosedimentary sequence crops out in the Playa Azul area, Michoacan State. It consists of andesitic lavas, rhyolitic pyroclastics, shallow near-shore marine biomicrites and red, immature phyllovolcarenitic sandstones, containing dinosaur footprints, formally named the Chuta Dinosaurioicnofauna. The various rock bodies are complexly intertongued, strike to the NNE and dip 45 to 60° to the SSE. They are intruded by sills, small stocks and dikes that show folding and faulting. This sequence is the first reported occurrence of Jurassic-Cretaceous volcanosedimentary, largely continental, rocks on the southwestern Pacific margin of Mexico.

The Chuta Dinosaurioicnofauna consists of seven morphotypes, assignable to biped theropod and ornithopod dinosaurs. It is the first record of dinosaur footprints in Mexico and the southernmost record of dinosaurs in North America. This discovery allows to extend southward the Middle Jurassic-Early Cretaceous? North American dinosaur fauna to southernmost Michoacan State, Mexico.

INTRODUCCION

Propósito de la investigación.—El objeto de esta investigación es doble: dar a conocer el hallazgo de rocas volcanosedimentarias continentales mesozoicas de la región pacífica suroccidental de México y el descubrimiento de la primera dinosaurioicnofauna de este país. Ambos hallazgos están íntimamente relacionados y revisten considerable interés, ya que proporcionan información relevante para entender la evolución geológica del margen pacífico de México y documentan la extensión austral de la dinosauriofauna norteamericana hasta la región centro-occidental de México. Cabe destacar que icnofaunas americanas equivalentes sólo se encuentran en Estados Unidos, Argentina, Brasil y Bolivia.

Estado actual del conocimiento.—Las rocas mesozoicas continentales de México son escasas y afloran en Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Puebla y Oaxaca. No se conoce afloramiento alguno de rocas continentales de esta edad en la región pacífica de México (cf. López-Ramos, 1971, 1976). De' do a que no existía información cartográfica geológica detallada, fue necesario hacer un reconocimiento geológico para ubicar

estratigráficamente a la localidad.

Carrillo-Bravo (1961, p. 39 y fotografías 15 y 16) señala la presencia de "impresiones que parecen ser huellas de vertebrados", en areniscas y lutitas de la Formación Huizachal, Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, sin proporcionar descripción alguna. El examen de esas fotografías, en especial la 16, muestra que la supuesta huella no tiene la configuración característica de las huellas de dinosaurios. Como no se ha visitado esta localidad, no se puede proporcionar mayor información al respecto.

La dinosauriofauna de México hasta ahora conocida procede de localidades cretácicas tardías en Baja California Norte, Sonora, Chihuahua y Coahuila. La fauna es escasa y, con la excepción de la de Baja California, no ha sido descrita.

Las localidades más cercanas que han proporcionado restos fósiles e icnofósiles de dinosaurios jurásicos y cretácicos tempranos, se encuentran en la región centro-occidental de Estados Unidos de América; esto es, a unos 3,000 km al norte de la localidad mexicana del presente artículo. No existe registro alguno de vertebrados fósiles continentales mesozoicos en Centroamérica. En Sudamérica septentrional, Langston y Durham (1955, p. 1049-1051) reportan una vértebra torácica de un saurópodo del Jurásico Tardío-Aptiano en el Departamento de

* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

Magdalena, Colombia. También se encuentran vertebrados continentales en localidades mesozoicas importantes en Argentina y el sur de Brasil, unos 8,000 km al sureste de México. Ello destaca la gran importancia del presente hallazgo.

Material y métodos.—La cartografía geológica se hizo mediante procedimientos habituales, sobre fotografías aéreas escala 1:50,000, de un vuelo tomado en 1974 por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional.

El material paleontológico recolectado consiste de cuatro impresiones y tres moldes naturales, seis moldes de yeso y fotografías del afloramiento donde se distinguen 43 huellas individuales. Se prepararon impresiones y moldes complementarios, se tomaron medidas según se ilustra en la Figura 1 y en la Tabla 1; se prepararon esquemas a partir de las fotografías y los moldes. En la Figura 2 se describen algunos términos usados. La colección se encuentra depositada en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología en México, D. F., donde ha sido catalogada bajo los números IGCU-2530 a IGCU-2542.

Localización y acceso.—El área cartografiada (Figura 3) tiene una extensión de 90 km² aproximadamente. Se localiza en el extremo sur de Michoacán (18° 02' - 18° 05' N y 102° 32' - 102° 36' W). Pertenece al Municipio Lázaro Cárdenas, siendo su vía principal de acceso la Carretera Federal 200 que bordea el Pacífico y todavía en construcción. Chuta, Chuquiapan y Boca Seca son las poblaciones más importantes, formadas por caseríos, con no más de 1000 habitantes.

Rasgos fisiográficos, climáticos y de vegetación.—El área se encuentra en el límite suroccidental de la Sierra Madre del Sur. El relieve es abrupto, con altitud de 300 a 600 m sobre el nivel del mar, constituido por pequeñas y numerosas crestas separadas por cañadas sensiblemente rectas, en conjunto dirigidas al NNE-SSW. No hay planicies intermontañas. Los ríos Chuta y Chuquiapan, dirigidos de norte a sur, y numerosos arroyos y cañadas de igual orientación forman la red de drenaje. La playa es muy angosta. La costa muestra los efectos de la erosión diferencial entre rocas lávicas o hipabisales tabulares resistentes, y rocas volcanoclásticas y/o sedimentarias menos resistentes, donde se han desarrollado numerosas ensenadas. El talud continental está muy próximo a la costa.

El clima cálido húmedo con lluvias todo el año, corresponde al tipo AF del sistema Köppen (Mosiño, 1974). La vegetación dominante es palmar en las zonas bajas y pluviselva baja en las montañas. La actividad humana ha modificado en muchos lugares a la pluviselva, sustituyéndola por pastizales y otros cultivos.

BOSQUEJO GEOLOGICO

En el área (Figura 4) aflora una secuencia de rocas volcanosedimentarias mesozoicas, cuyo rumbo es N 70°E e inclinación 55° al SE. Esta secuencia se encuentra instrucionada por diques y cuerpos hipabisales, y está afectada por dos sistemas de fallas y fracturas, de NNE-SSW y ENE-WSW, respectivamente. El espesor observado se estima en 500 m. Las relaciones estratigráficas probables de

las rocas involucradas se expresan diagramáticamente en la leyenda de la Figura 4. Rocas cenozoicas volcánicas y sedimentarias y depósitos cuaternarios cubren parcialmente, en áreas aisladas, la secuencia anterior.

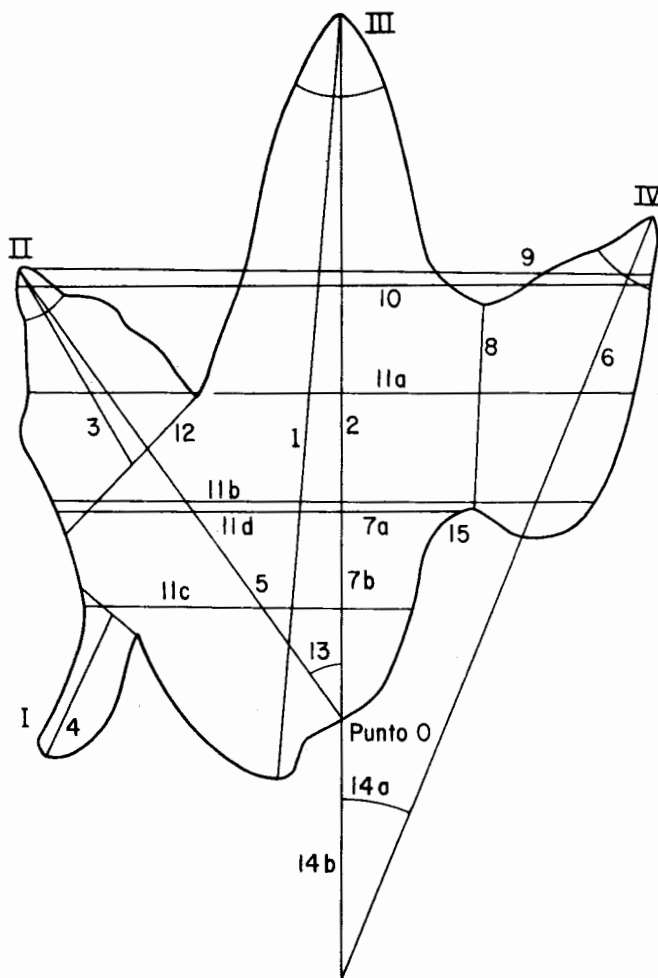


Figura 1.—Medidas tomadas en relación con la Tabla 1. 1. Longitud máxima de la huella. 2. Longitud media de la huella. 3. Longitud dactilar. 4. Longitud del hallux. 5. Distancia del punto 0 al ápice del dedo. 6. Distancia media máxima del dedo. 7a. Distancia de la escotadura plantar a la línea media. 7b. Desde el punto anterior (a) hasta el punto 0. 8. Distancia interescotaduras plantar dactilar. 9. Anchura máxima. 10. Anchura de la huella en la base del dedo III. 11. Anchura plantar a), b), c) y d) a la base de la escotadura. 12. Anchura en la base del dedo. 13. Angulo de divergencia entre los dedos (tomado en el punto 0). 14a. Angulo de divergencia entre los ejes de los dedos proyectados hacia atrás. 14b. Longitud de la proyección. 15. Forma de la escotadura plantar: Recta.

Secuencia mesozoica volcanosedimentaria.—Es compleja, tiene mayor extensión que las otras e incluye los siguientes tipos litológicos:

Aglomerados y derrames andesítico basálticos.—Están fuertemente epidotizadas y cloritizadas, por lo que tienen apariencia de roca verde. Un examen cuidadoso no revela evidencias de metamorfismo; si existe, éste es muy incipiente. Las rocas lávicas comúnmente son faneríticas, con textura dominante traquítica, aunque también existen rocas afaníticas. Fuera del área estudiada, en estas rocas se pudieran apreciar superficies acordonadas. Las rocas aglo-

Tabla 1.—Dimensiones y características de los ejemplares descritos (cf. Figuras 1 y 2).

MATERIAL	1000 - 2319	1000 - 2518	1000 - 2541	1000 - 2330	1000 - 2535	1000 - 2512	1000 - 2540	1000 - 2537	1000 - 2542	1000 - 2531	1000 - 2536	1000 - 2534	1000 - 2533
Medidas y Observaciones	Ingrésión Derecha; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Ingrésión Izquierda; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Impresión Derecha; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde izquierdo; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Impresión Izquierda; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde izquierdo; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde Derecho; Molde izquierdo; MONTIPELO-S	Molde izquierdo; Molde izquierdo; MONTIPELO-S
	213 182 198 75 47 49	163 152 181 71 46 13	157 135 170 roto 16	219 231 118 62 -	165 144 73 42 -	178 171 51 39 -	138 138 54 39 -	127 125 52 37 -	30.3 18.3 13.9 14.1	292 166 108 9	191 166 72 -	302 90 102 5	165 69 68 25
	7.- Del punto 0, al	7.- Del punto 0, al	115	103	125	roto	109	85	21.5	246	130	235	158
	8.- Del punto 0, al	8.- Del punto 0, al	95	161	123	134	123	93	21.3	218	114	217	127
	9.- Ancha del dedo IV	9.- Ancha del dedo IV	119	20	98	roto	74	55	18.1	190	130	211	121
	10.- Distancia media	10.- Distancia media	135	231	164	171	138	125	30.3	286	190	296	164
	11.- Distancia, dedo III	11.- Distancia, dedo III	roto	110	80	59	72	60	15.7	164	114	144	101
	12.- a) Dist. de la escotadura media	12.- a) Dist. de la escotadura media	8	53	19	21	23	26	6.4	-	48	-	-
	b) Desde el punto 0, hasta	b) Desde el punto 0, hasta	22	40	36	60	39	25	2.5	-	54	-	-
	c) Dist. intersección	c) Dist. intersección	49	59	43	-	47	-	-	-	-	-	-
	dura planta-móvil	dura planta-móvil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARQUENA													
	13.- Máxima	13.- Máxima	110	210	121	133	109	95	23.3	286	146	269	128
	14.- en la base del dedo III	14.- en la base del dedo III	97	204	121	roto	107	92	22.2	144	144	160	128
	15.- Anchura planta a)	15.- Anchura planta a)	roto	203	120	roto	107	94	22.2	144	144	160	128
	b) Ancha planta b)	b) Ancha planta b)	111	203	113	roto	107	91	22.3	144	144	160	128
	c) Ancha planta c)	c) Ancha planta c)	65	153	113	roto	107	91	22.3	144	144	160	128
	16.- anchura a la base de la	16.- anchura a la base de la	57	93	60	roto	75	56	22.4	115	160	160	80
	17.- del dedo II base	17.- del dedo II base	48	74	49	roto	42	38	10	-	174	-	-
	18.- anchura de la base	18.- anchura de la base	22	62	40	61	37	35	7.8	60	138	42	42
	del dedo IV	del dedo IV	roto	80	48	60	31	43	5.4	104	58	138	46
ARQUENOS													
	19.- Ancho de divergencia	19.- Ancho de divergencia	27°	21.3°	21.5°	27.5° aparez.	30°	28°	17°	31.5°	66°	38°	17.5°
	(tomado en el punto 0)	(tomado en el punto 0)	25.3°	34°	29.5°	22°	23°	25°	36°	29°	41°	24°	28.5°
	20.- Ancho de divergencia	20.- Ancho de divergencia	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el	Convergen en el
	(tomado en el punto 0)	(tomado en el punto 0)	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0	punto 0
	21.- a) Ancho de divergencia	21.- a) Ancho de divergencia	8.5°	9°	12°	roto	16°	8.5°	7.5°	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	entre las líneas de los	entre las líneas de los	263-167.56	367-153.56	117-70.96	roto	115-82.76	196-154.36	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	dedos III y IV (proyección	dedos III y IV (proyección	roto	roto	roto	roto	roto	roto	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	de la proyección en real	de la proyección en real	roto	roto	roto	roto	roto	roto	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	22.- a) Ancho de divergencia	22.- a) Ancho de divergencia	roto	11.5°	11°	no paralelos	11.5°	7°	12°	14°	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	entre las líneas de los	entre las líneas de los	104-46.06	137-1416	245-148.46	roto	148-84.06	230-181.16	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	dedos III y IV (proyección	dedos III y IV (proyección	roto	roto	roto	roto	roto	roto	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
	de la proyección en real	de la proyección en real	roto	roto	roto	roto	roto	roto	34-1106	no paralelos	no paralelos	no paralelos	no paralelos
OBSERVACIONES													
	23.- Grado de preservación	23.- Grado de preservación	moderado	moderado	moderado	moderado	moderado	moderado	moderado-def.	moderado-def.	moderado-def.	moderado-def.	moderado
	forma de la huella	forma de la huella	robustal	robustal	robustal	robustal	robustal	robustal	alipicial	robustal	robustal	robustal	alipicial
	24.- Tipo de huella	24.- Tipo de huella	aguda	rota	rota	rota	rota	rota	alipicial	robustal	robustal	robustal	robustal
	25.- Ancho de la escotadura	25.- Ancho de la escotadura	rota	rota	rota	rota	rota	rota	alipicial	robustal	robustal	robustal	robustal
	planta	planta	rota	rota	rota	rota	rota	rota	alipicial	robustal	robustal	robustal	robustal
	26.- Forma de las escotaduras	26.- Forma de las escotaduras	rota	rota	rota	rota	rota	rota	alipicial	robustal	robustal	robustal	robustal
	27.- Forma de las escotaduras	27.- Forma de las escotaduras	rota	rota	rota	rota	rota	rota	alipicial	robustal	robustal	robustal	robustal

Observaciones sobre los dedos II, III y IV en forma de V (chirreño)

Observaciones sobre los dedos III y IV en forma de V (chirreño)

Observaciones sobre los dedos III y IV en forma de V (chirreño)

Observaciones sobre los dedos III y IV en forma de V (chirreño)

Observaciones sobre los dedos III y IV en forma de V (chirreño)

meráticas tienen glomeroclastos de 1 a 3 cm de diámetro (ocasionalmente mayores), isodiamétricos a subanisodiamétricos, subangulosos dispuestos en una matriz homogénea petrográficamente muy semejante a ellos. La aglomeración indica mayor viscosidad que en las lavas, que no presentan esta característica, probablemente causada por diferenciación magmática moderada, o por cambio en las condiciones de extrusión. También se incluyeron brechas de derrame en este tipo litológico.

Tobas, ignimbritas y lahares riolíticos y riodacíticos.—En conjunto, constituyen las rocas más abundantes. Las tobas tienen un color pardo claro, que intertemperiza a oscuro rojizo. Presentan estratificación mediana y su posición estructural es de N 70° E, están inclinadas 50 - 60° hacia el SE. El rumbo parece corresponder a una dirección estructural regional dominante. Texturalmente se reconocen las variedades vítrica, vitricocrystalina, cristalina y lítica. Localmente, los litofises y esferulitas son abundantes. En algunos afloramientos se aprecia bandeamiento ocasionado probablemente por soldamiento parcial de piroclastos. La composición dominante es riolítica y riodacítica, pero ocasionalmente se encuentran tobas andesíticas y, aún, andesítico-basálticas. Tobas de esta composición afloran en el Río Chuquiapan, donde se encuentran interestratificadas con calizas micríticas que contienen abundantes gasterópodos parecidos a *Cerithium*, cuyos moldes externos se han conservado bien en las tobas. Ello evidencia vulcanismo explosivo subaéreo, cuyos productos se depositaron parcialmente en un ambiente neritobentónico, donde ocurría sedimentación calcárea penecontemporánea. Quedó cubierta así la comunidad respectiva, localmente representada por los gasterópodos. A su vez, este evento enlaza cronológicamente a las calizas con las tobas. Las ignimbritas son menos abundantes que las tobas, pero su composición es semejante. Muestran un bandeamiento característico y clastos colapsados. En algunos casos la textura fluidal es discernible. Los lahares tienen clastos angulosos de tamaño entre 1 y 5 cm, dispuestos en una matriz de apariencia tobácea y no muestran ningún arreglo aparente. Ocasionalmente, se aprecian esferas de lodo (*mud balls*) hasta de 20 cm de diámetro. En los afloramientos del Río Chuta y del Ranchito El Llano, se encontraron clastos calizos en los lahares. Esto evidencia, a su vez, la cuasi-contemporaneidad entre ambas litologías.

Biomicritas.—Forman cuatro afloramientos aislados. Son de color gris claro, grano fino, estratificadas en capas medianas a gruesas y presentan fósiles diversos. En el afloramiento del Río Chuquiapan están asociadas a tobas andesítico-basálticas y contienen gasterópodos parecidos a *Cerithium*. A lo largo del Río Chuta, están asociadas a lahares y tienen hipurítidos (?) y otros gasterópodos y pelecipodos pequeños. En los afloramientos intermedios, cercanos al Ranchito El Llano, las calizas están asociadas a lahares e interestratificadas con tobas riolíticas y riodacíticas; su contenido fósil es de orbitolínidos. La posición estructural de las calizas en los afloramientos intermedios es semejante a la de las tobas. En los ríos su posición es diferente debido a que está afectada por fallamiento. Se interpretan estos depósitos como de tipo marino somero, nerítico

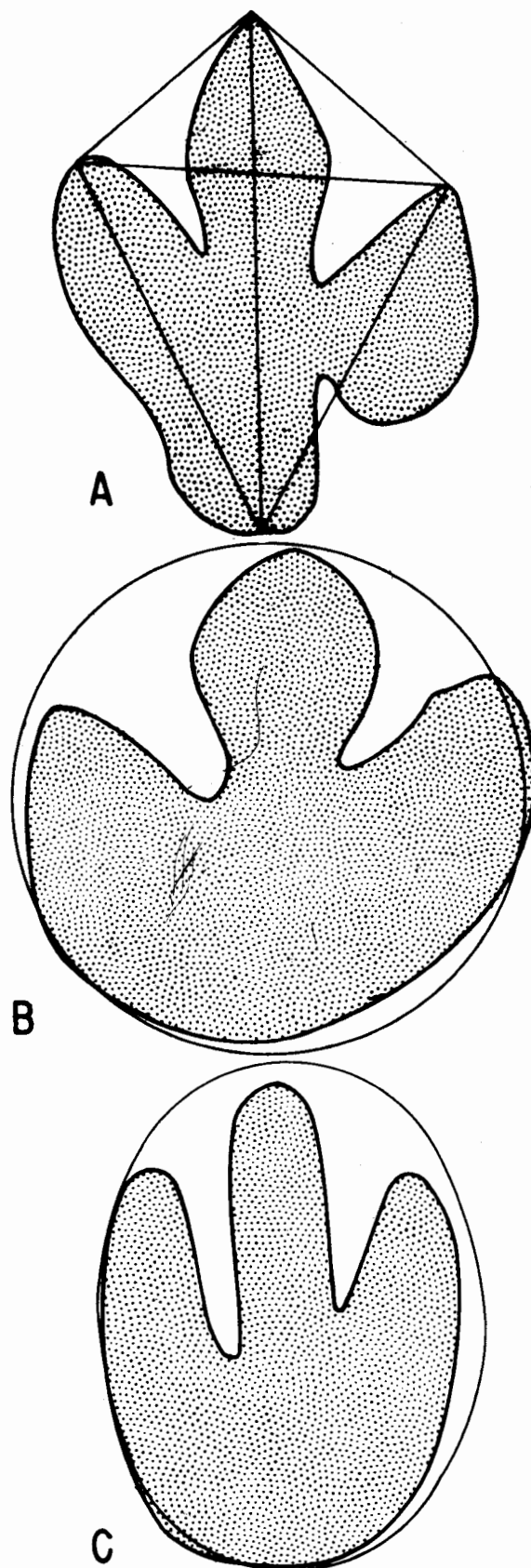


Figura 2.—Terminología descriptiva usada. Forma de la huella: A, romboidal; B, redondeada; C, elipsoidal. Forma de la escotadura plantar: A, aguda; B y C, inexistente. Forma de las escotaduras dactilares: A, V (abierta); B, U (abierta; V cerrada). Tipo de huella: A y C, larga; B, corta.

a neritobentónico, asociado a un litoral complejo y contemporáneo con actividad volcánica silícica explosiva.

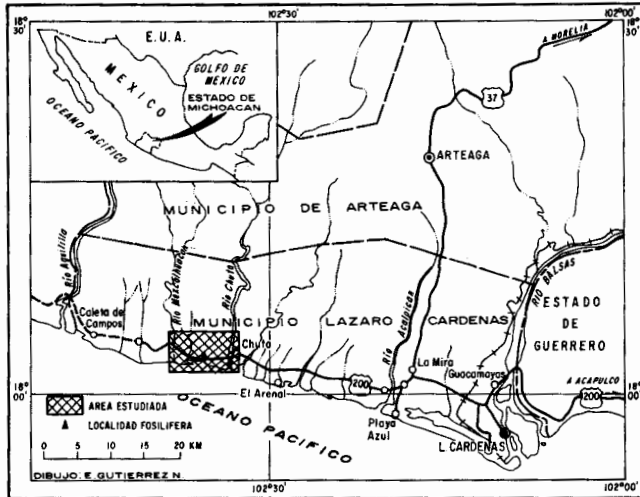


Figura 3.—Mapa índice que muestra la localización del área estudiada.

Litarenitas rojas.—Forman tres afloramientos en el área. Están constituidas por limolitas rojizas, apizarradas, laminares, interestratificadas con areniscas de grano medio a grueso y con conglomerado granular. Las areniscas tienen estratificación mediana y también muestran "apizarramiento". En ambas se aprecian evidencias de compactación diferencial. Se observan huellas de oleaje, cuyas distancias intercretales son de 1.5 a 4.0 cm. En el afloramiento de la localidad fosilífera (Km 29.145 de la Carretera Federal 200), se aprecian huellas de lluvia y, desde luego, las de los dinosaurios. En otro

de los afloramientos se encontraron nódulos duros de unos 4 cm de diámetro; al abrirlos mostraron una apariencia geodiforme; están huecos y tienen un recubrimiento interno de cuarzo (¿calcedónico?). Petrográficamente la roca está constituida por un 35 a 40% de granos angulares de cuarzo, de extinción ondulante; 35 a 40% de pedernal, que probablemente representa vidrio volcánico alterado y criptocristalino; 4 a 6% de hematita detritica y cementantes; 10-12% de arcilla que, junto con lodo y calcita (5-8%) ópticamente indefinible, constituyen la matriz.

Composicionalmente estas rocas corresponden a un tipo poco común, litarenita filovolcarenítica; vale decir que son areniscas constituidas por epiclastos derivados de rocas volcánicas y metamórficas. El elevado contenido de arcilla indica inmadurez textural. La "pizarrosidad" ("shaley appearance") se debe a la alternancia de capas constituidas por granos gruesos o finos y por el contenido menor o mayor de arcilla. Estas tienen un rumbo de N 70° E e inclinación 55° al SE; esta inclinación es semejante a la que se aprecia en las otras rocas volcanosedimentarias. Están afectadas por fallamiento vertical normal, de dirección NNE-SSW, que limita los afloramientos principales.

Se interpreta que el ambiente de depósito para estas rocas es un pantano (*back swamp*), asociado a una planicie de inundación. La alternancia de capas probablemente representa cambios estacionales, relacionados con una mayor o menor disponibilidad de agua y detritos. La presencia de las huellas de dinosaurios y de estructuras de compactación, indica un ambiente de pantano o, por lo menos, de semi-encharcamiento. La gran cantidad de hematita denota oxidación completa del material, tal vez por-

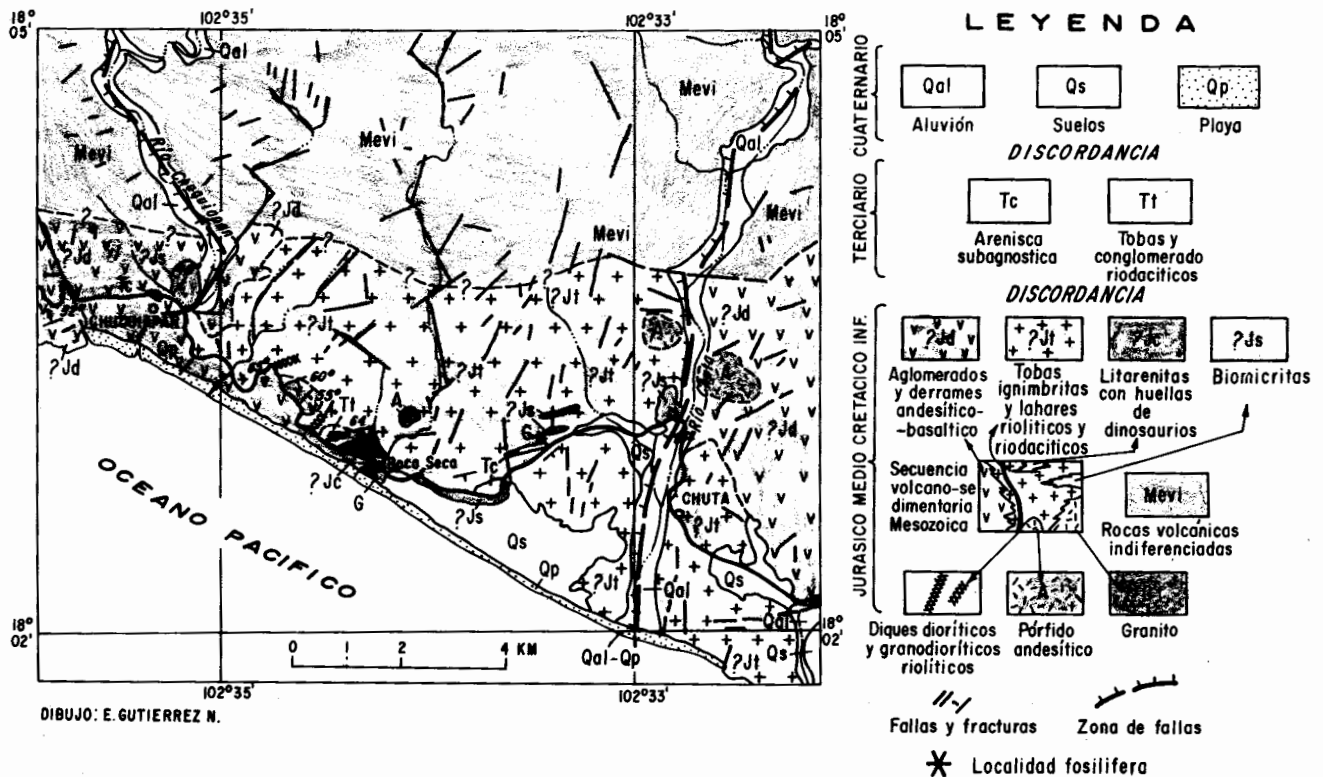


Figura 4.—Mapa geológico del área Chuquiapan-Chuta, Municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán.

que el cuerpo de agua quedaba expuesto subaéreamente con periodicidad, o porque la cobertura acuática era muy delgada. El área-fuente posiblemente era el terreno volcanoclástico contiguo. Las cenizas volcánicas silíceas, eventualmente alteradas, parcialmente disueltas y redepositadas, produjeron el pedernal y las acumulaciones de cuarzo calcedónico. El cuarzo ondulante quizás representa una fuente metamórfica adicional. Cabe recordar que el basamento cristalino metamórfico de Michoacán y Guerrero está relativamente próximo y podría haber sido la fuente adicional. Aunque no se encontraron plantas, la presencia de numerosas huellas de dinosaurios de siete morfotipos diferentes, indica que el área debió estar provista de una extensa cubierta vegetal, que constituyó el apoyo trófico de una variada fauna de grandes vertebrados terrestres.

Edad y relaciones estratigráficas de los diferentes tipos litológicos.—La discusión sobre la edad de la secuencia se hará detalladamente en el capítulo de Icnología. Se anticipa que la morfología y tamaño de las huellas de los dinosaurios sugieren una edad jurásica media a tardía; sin embargo, una edad triásica tardía o cretácica temprana, no puede rechazarse categóricamente. La fauna de invertebrados sugiere una edad cretácica temprana. La apariencia general de las rocas recuerda mucho a la de las llamadas rocas triásicas de Oaxaca, Guerrero, Morelos, Guanajuato, Zacatecas y Durango (R. Rodríguez-Torres comunicación personal, marzo 1978).

Las rocas que constituyen esta secuencia se encuentran complejamente interdigitadas e interestratificadas, formando un solo paquete volcanosedimentario, afectado por los mismos rasgos estructurales. En función de los fósiles, esta secuencia se asigna al ¿Jurásico Medio-Cretácico Temprano? Se estima que más probablemente corresponda al Jurásico Medio. Las rocas sedimentarias (areniscas y calizas) ocupan la parte alta de la secuencia. Trabajo cartográfico adicional permitirá ratificar o rectificar este concepto.

Rocas cenozoicas.—Son las menos abundantes y, por su edad y características litológicas, se tienen los siguientes tipos:

Rocas terciarias piro- y epiclásticas.—Forman dos afloramientos. El primero es pequeño, se encuentra próximo a la localidad fosilífera y está constituido por dos cuerpos tabulares de tobas líticas riódácicas de color gris rosado, interestratificados por una delgada lengüeta de conglomerado marino costero, formado por clastos característicamente discoides (aplanados). Los intercontactos son discordancias moderadas. Estas rocas tienen un rumbo N 35° E y una inclinación al NW; es decir, están en discordancia angular con las areniscas rojas mesozoicas contiguas, con las cuales se encuentran también en contacto por medio de una falla de dirección N-S. Por sus relaciones de campo, se les asignó una edad post-cretácica temprana, muy probablemente terciaria.

El otro afloramiento se encuentra frente a Chuquiapan, es minúsculo y está constituido por una secuencia de 2 m de arenisca roja conglomerática de grano grueso, estratificado en capas delgadas a medianas, horizontales, que sobreyace discordantemente a las rocas volcánicas mesozoicas y está sobreyacido discordantemente por depósitos aluviales

cuaternarios.

Sedimentos y depósitos cuaternarios.—Incluyen aluviones, suelos y arenas de playa. Los aluviones están confinados al cauce de los ríos (Chuquiapan y Chuta) y al fondo de los arroyos y cañadas. Los clastos reflejan la litología local, aunque en los dos ríos, más en el Chuta que en el Chuquiapan, hay un importante porcentaje de clastos metamórficos, procedentes del basamento que aflora más al norte. Los suelos aparecen en tres áreas ubicadas en la parte suroriental del área. Están sembrados de palmares y cocoteros. Las arenas de playa forman una angosta faja, su mineralogía refleja la geología local, son de grano mediano y de color claro.

Rocas intrusivas.—La secuencia volcanosedimentaria está intrusionada por diques, mantos y troncos. Los diques son andesíticos, tienen un rumbo NNE-SSW, semejante a la dirección estructural dominante de la secuencia mencionada que coincide con el rumbo de uno de los dos sistemas de fallas y fracturas que se observan. En dos afloramientos (1.3 km al W de la localidad fosilífera y fuera del área, 5 km al W del cruce de las Carreteras Federales 37 y 200, sobre esta última), los diques emplazados en las tobas inclinadas muestran deformación. Ello evidencia un evento de deformación posterior al que inclinó a las tobas. Inmediatamente al SW de la localidad fosilífera, aflora un pequeño plutón (¿tronco?) granítico; y otro más pequeño se encuentra cerca del Ranchito El Llano, asociado con calizas. Afloran además otros tres cuerpos, probablemente hipabisales, constituidos por andesita basáltica finamente cristalina; dos están en el Río Chuta y otro cerca de la localidad fosilífera. Las observaciones mencionadas sugieren una edad mesozoica para estas intrusiones.

Rasgos estructurales.—La secuencia volcanosedimentaria tiene un rumbo general N 60° E y una inclinación de 45 a 60° hacia el SE. Está afectada por dos sistemas de fallas y fracturas que controlan el drenaje y cuyas direcciones dominantes, perpendiculares entre sí, son NNW-SSE y WNW-SSE. El curso sensiblemente recto de los Ríos Chuta y Chuquiapan, además de la complejidad estructural que se observó a lo largo de ellos (expresada por cambios bruscos de litología, rumbo e inclinación) y la presencia de espejos de falla y de intrusiones, indican que estos ríos siguen zonas de falla, cuyas alineaciones son semejantes a las de los sistemas mencionados. Las intrusiones están claramente asociadas a ellos.

Las observaciones señaladas probablemente indican que la edad de este fallamiento también sea mesozoica, obviamente posterior a la secuencia volcanosedimentaria. Es posible que este evento haya coincidido con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos. Por otro lado, la deformación de los diques parece evidenciar un evento tectónico adicional.

Sinopsis histórica.—Se interpreta que la secuencia volcanosedimentaria indica actividad volcánica mesozoica relativamente próxima a la costa. En la parte alta de la secuencia, en áreas aledañas al litoral, esta actividad coincidió con la sedimentación calcárea en ambiente neritobentónico que generó las calizas; en otras áreas, la secuencia había formado tierras bajas, en donde se desarrollaron pantanos de

marisma asociados con el drenaje local, acumulándose las limolitas y areniscas rojas.

El área estaba densamente poblada por flora y fauna, evidenciada por la gran diversidad de huellas de vertebrados terrestres (dinosaurios). Esto ocurrió durante el Jurásico Medio-Cretácico Temprano? La actividad volcánica continuó, quedando los sedimentos cubiertos por tobas. Posteriormente, el área fue basculada hacia el océano, generándose la fuerte inclinación de las rocas hacia el Pacífico. Se ignora la causa de este basculamiento, aunque tectónicamente podría explicarse por la subducción de la paleoplaca pacífica correspondiente, debajo de esta parte del Sub-continente Mexicano. Después, todavía en el Mesozoico, el fallamiento en bloques produjo el doble sistema de fallas y fracturas descrito. Es probable que este evento haya coincidido con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos. Ulteriormente ocurrió un evento deformacional adicional que produjo el fallamiento y plegamiento moderado de los diques. Desde entonces, el área se ha mantenido emergida, pero relativamente baja. Después, durante el Terciario, la actividad volcánica silícica explosiva local produjo las tobas y coincidió con la sedimentación continental. Continuó el levantamiento regional, controlado por la tectónica cenozoica de convergencia, haciendo que esta área funcionase como un elemento sedimentario positivo. Finalmente, durante el cuaternario, se generaron los depósitos aluviales, arenoso-costeros y suelos que se encuentran en el área.

ICNOLOGIA: LA DINOSAUROICNOFAUNA CHUTA. ¿JURÁSICO MEDIO-CRETÁCICO TEMPRANO? DE MICHOCÁN, MEXICO

Las impresiones y moldes colectados en el área se designan formalmente como Dinosaurioicnofauna Chuta, ¿Jurásico Medio-Cretácico Temprano? de Michoacán, México, y constituyen el primer registro de dinosaurioicnofósiles que se reporta en el país. El nombre procede de la población Chuta y el río del mismo nombre, que son los rasgos geográficos principales cercanos a la localidad (Figura 4).

El material colectado incluye 13 impresiones, moldes y fotografías del afloramiento que se dejó intacto, donde aparecen 43 huellas individuales. La configuración general de las huellas es claramente de dinosaurios, predominando las formas tridactilares. Solamente en tres casos se demostró la presencia de *hallux*. Las huellas pertenecen a *pes*, y resulta notable la ausencia de huellas de *manus*.

Sobrepuesta a esta uniformidad, se aprecia una diversidad considerable de características, tales como configuración general, proporciones alométricas dactilares, plantares, ángulos de divergencia, forma y posición de los cojinetes, presencia o ausencia de talón, de impresiones unguales, etc. Con base en esto, es posible reconocer conservadoramente siete morfotipos.

Considerando que la adjudicación de icnofósiles a los taxa convencionales (basados en restos osteológicos) resulta riesgosa e imprecisa, especialmente cuando no se dispone de estos últimos y se desconoce el contexto faunístico; los autores procedieron con cautela, estimando que objetivamente no se justificaba una asignación taxonómica más allá de infra-

orden; sin embargo, están conscientes que dadas las características peculiares de los morfotipos que se describen a continuación, y que los hacen únicos, la mayor parte corresponde a nuevos géneros o incluso a categorías superiores.

Morfotipo A

Material.—IGCU-2538, impresión izquierda, IGCU-2539 impresión derecha, IGCU-2541, molde derecho (Figura 5A, Lámina 1A).

Descripción.—Este morfotipo incluye huellas alargadas, digitigradas. La mitad posterior muestra una escotadura profunda en la base del dedo IV; la región plantar forma un talón de base amplia. Los dedos son moderadamente divergentes, su base ancha piramidal, terminados en uñas; los cojinetes plantares son ovoides, únicos para cada dedo. Las tres huellas tienen *hallux* corto, dirigido posterointernamente. La escotadura que separa a los dedos II-III tiene forma de V cerrada, y la que separa a los dedos III-IV es abierta. En la Tabla 1 se presentan las medidas de los ejemplares. El grado de conservación es moderado.

Discusión.—Este morfotipo se interpreta como perteneciente a dinosaurios bípedos, carnívoros, adultos, de talla mediana a grande, probablemente de paso rápido, evidenciado por la posición digitigrada. Tentativamente, se les asigna al Suborden Theropoda del Orden Saurischia. Por su talla podrían corresponder a celurosaurios grandes o carnosaurios medianos. El alcance stratigráfico de este suborden se extiende del Triásico Medio al Cretácico. Sin embargo, el tamaño de este morfotipo es intermedio entre las formas triásicas; por ejemplo, las del Connecticut Valley y los grandes terópodos del Jurásico Tardío y Cretácico; así como los de la Formación Morrison. En consecuencia, se considera que estos icnofósiles son probablemente del Jurásico Medio o del Jurásico Medio-tardío.

Morfotipo B

Material.—IGCU-2530, molde derecho en yeso, IGCU-2535, impresión derecha (Figura 5B; Lámina 1B).

Descripción.—Este morfotipo es moderadamente alargado, digitigrado; muestra una escotadura en la base del dedo IV y el talón es más angosto que en el morfotipo A. Los dedos son moderadamente divergentes y las dos escotaduras interdigitales tienen forma de V cerrada. Los dedos tienen una base ancha y son más largos que en el morfotipo A. Los cojinetes plantares son únicos. El cojinete basal es mayor que en el morfotipo A. El dedo III muestra un moderado ensanchamiento de la parte media. Los ángulos interdigitales son pequeños. En un caso se observó la zancada, medía 190 cm, el paso 95 cm y el ángulo de paso 150°. En la Tabla 1 se indican las medidas de los ejemplares. El grado de conservación es moderado.

Discusión.—Este morfotipo se interpreta como perteneciente a dinosaurios bípedos de talla mediana a grande, de paso rápido, evidenciado por la posición digitigrada y la longitud de la zancada en relación al ángulo de paso. Se presume que era de hábitos carnívoros. La diferencia en tamaño se atri-

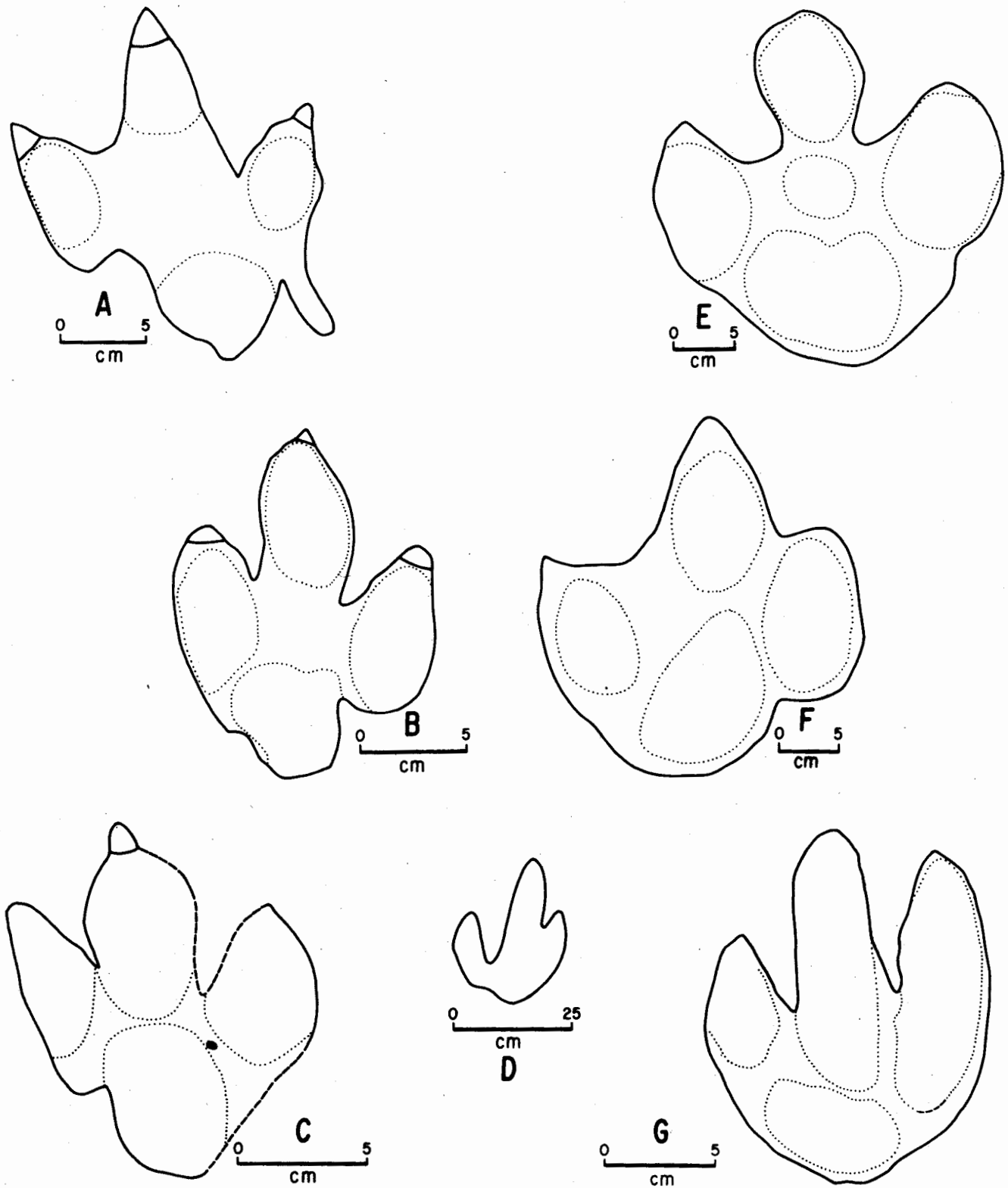


Figura 5.—Dinosaurioicnofauna Chuta, ¿Jurásico Medio-Cretácico Temprano? de Michoacán, México. Esquemas de los morfotipos descritos (A a G). Todos representan impresiones o moldes de *pes*. La escala gráfica está expresada en centímetros. A, IGCU-2539, impresión izquierda natural. B, IGCU-2535, impresión derecha natural. C, IGCU-2440, molde izquierdo natural. D, IGCU-2542, impresión izquierda natural. E, IGCU-2531, molde izquierdo en yeso. F, IGCU-2534, molde derecho en yeso. G, IGCU-2533, molde izquierdo en yeso.

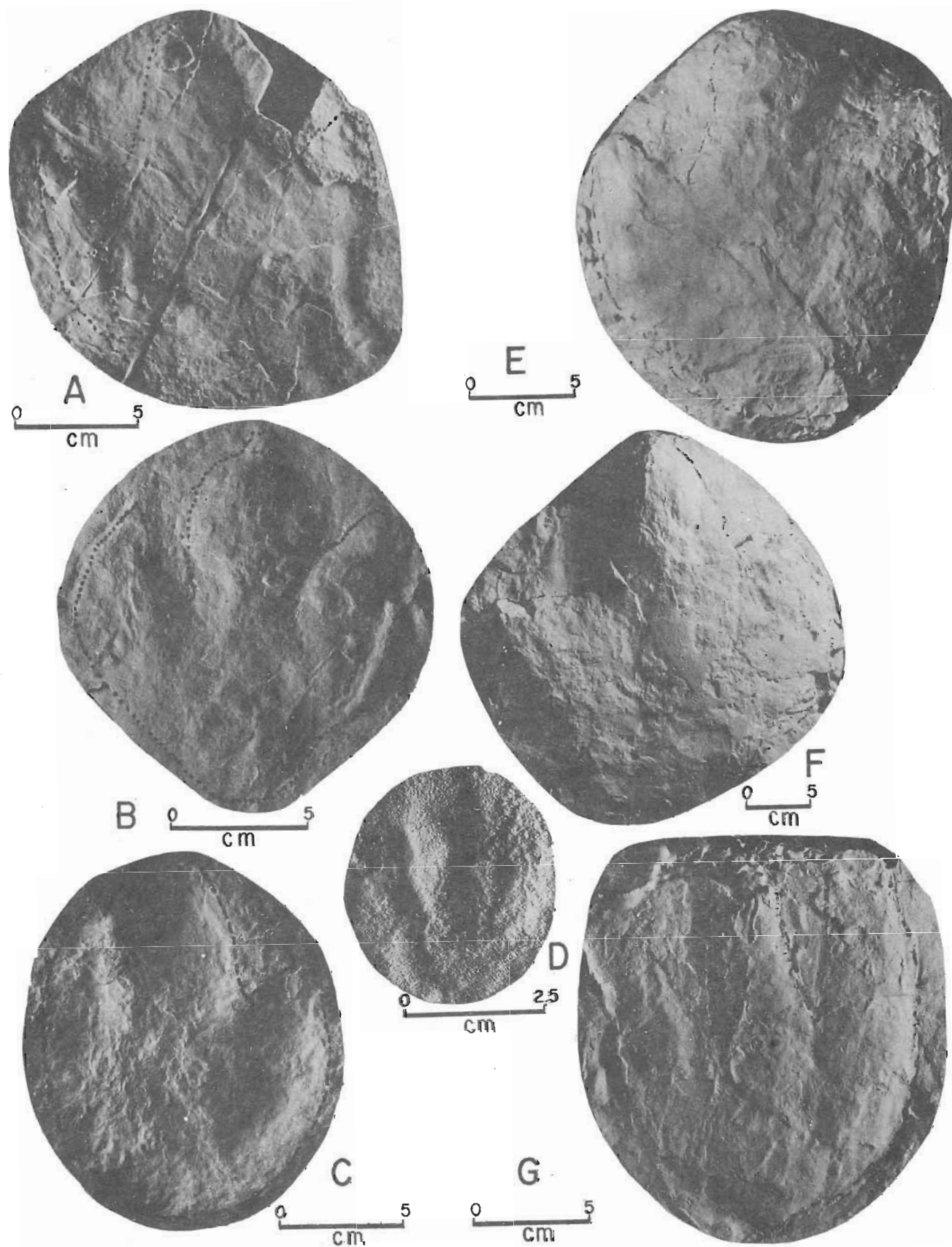


Lámina 1.—Dinosaurioicnofauna Chuta, ¿Jurásico Medio-Cretácico Temprano? de Michoacán, México. Fotografías de los morfotipos descritos (A a G). Todos representan impresiones o moldes de *pes*. La escala gráfica está expresada en centímetros. A, IGCU-2539, impresión izquierda natural. B, IGCU-2535, impresión derecha natural. C, IGCU-2440, molde izquierdo natural. D, IGCU-2542, impresión izquierda natural. E, IGCU-2531, molde izquierdo en yeso. F, IGCU-2534, molde derecho en yeso. G, IGCU-2533, molde izquierdo en yeso.

buye a variación intraespecífica, diferencia de edades o dimorfismo sexual.

Se asigna este morfotipo al Suborden Theropoda. Por su talla corresponde mejor a un carnosaurio que a un celurosaurio. Esta forma es un poco menor y de configuración diferente a la de *Eubrontes*, carnosaurio del Connecticut Valley (Lull, 1953, p. 179).

Morfotipo C

Material.—IGCU-2532, molde derecho en yeso, IGCU-2540, molde izquierdo, IGCU-2537, molde derecho en yeso (Figura 5C, Lámina 1C).

Descripción.—Este morfotipo incluye huellas moderadamente alargadas de configuración romboidal. La escotadura de la base del dedo IV es proporcionalmente menor que en los morfotipos A y B. El talón es trapezoidal invertido. Los dedos están separados por escotaduras en forma de V cerrada, parecidos a los del morfotipo B, pero más cortos. Los cojinetes plantares son ovoides y relativamente anchos. El grado de conservación es deficiente a moderado. En la Tabla 1 se indican las medidas de los ejemplares.

Discusión.—Este morfotipo se interpreta como perteneciente a dinosaurios bípedos, carnívoros, adultos de talla pequeña a mediana, de tipo digitígrado con un talón relativamente corto, que sugiere una mayor velocidad de desplazamiento que en los otros morfotipos. Las diferencias de tamaño que muestran los ejemplares se interpretan como variación intraespecífica y/o dimorfismo sexual. Tentativamente se le asigna al Suborden Theropoda. Su tamaño los aproxima a los celurosaurios; sin embargo, la relativa amplitud de la huella es un carácter ajeno a este grupo.

Morfotipo D

Material.—IGCU-2542, impresión izquierda (Figura 5D, Lámina 1D).

Descripción.—Este es el morfotipo más pequeño y enigmático de la fauna. Su tamaño es por lo menos cuatro veces menor al más pequeño de los otros (cf. Tabla 1). Es una huella larga del contorno elipsoidal con una profunda escotadura que separa los dedos III y IV; estos dos dedos son alargados y tienen grandes segmentos libres; en cambio, en el dedo II, este segmento es más pequeño. No se aprecian impresiones de cojinetes plantares, ni de uñas; el talón está separado de la base del dedo IV por una escotadura apenas marcada. En contraste con el tamaño de los dedos, la región plantar de la huella es sumamente reducida. En la Tabla 1 se indican las dimensiones de este ejemplar, cuyo grado de conservación va de moderado a malo.

Discusión.—Este morfotipo se interpreta como una forma digitígrada extrema, propia de un reptil bípedo ágil. La ausencia de huellas ungüales sugiere hábitos herbívoros. El tamaño pequeño podría corresponder tanto a una forma juvenil como a un adulto. No se tiene conocimiento de huellas equivalentes a ésta en ninguna parte. Tentativamente se le identifica como Ornithopoda *incertae sedis*.

Morfotipo E

Material.—IGCU-2531, molde izquierdo en yeso, IGCU-2536, molde derecho en yeso (Figura 5E, Lámina 1E).

Descripción.—Este morfotipo incluye huellas cortas semicirculares o subovoides. Característicamente el dedo III es corto y está separado de los otros por escotaduras profundas en forma de V. Los dedos II y IV tienen configuración similar, pero el dedo IV es mucho menor; los cojinetes dactilares parecen continuarse con el cojinete plantar basal. No se aprecian talón ni huellas ungüales. El grado de conservación es moderado a malo. En la Tabla 1 aparecen las dimensiones de los ejemplares.

Discusión.—Se interpreta que este morfotipo pertenece a dinosaurios de gran talla, bípedos semiplantígrados, evidenciado esto por el tamaño pequeño de la sección libre de los dedos y la ausencia de talón. Se le considera de hábitos herbívoros por la ausencia de impresiones ungüales. La diferencia de tamaño entre los dos ejemplares se atribuye a la edad y no al dimorfismo sexual, que implicaría acomplamiento entre individuos de tamaño muy diferente. Tentativamente se le asigna al Suborden Ornithopoda del Orden Ornithischia.

La configuración de la huella recuerda a la de los iguanodóntidos, distinguiéndose de éstos por su mayor tamaño y anchura relativa. La apariencia semiplantígrada es rara pero no incompatible con la postura bípeda. Alternativamente, podría suponerse cuadrúpeda, pero no se encontraron huellas asociadas que correspondiesen a *manus*; por esta razón se les considera ornitópodos (Romer, 1966, p. 156).

El alcance estratigráfico de este suborden abarca del Triásico Medio al Cretácico. Sin embargo, tomando en cuenta que el tamaño de los dinosaurios no cesó de incrementarse durante el Mesozoico y que la magnitud de estas huellas es menor que la de las huellas de los grandes ornitópodos cretácicos y mayor que las de los triásicos, se considera que este tamaño corresponde al alcanzado por los ornitópodos durante el Jurásico Temprano a Mediotardío. Es éste uno de los principales criterios en que se apoya la determinación de la edad de esta dinosaurioicnofauna.

Morfotipo F

Material.—IGCU-2534, molde derecho en yeso y fotografía del afloramiento mostrando 5 huellas alineadas (Figura 5F, Lámina 1F).

Descripción.—Este morfotipo tiene configuración semicircular, es corto y la mayor parte de la huella corresponde a la región plantar. El segmento libre del dedo III tiene forma triangular y es mucho mayor que en los dedos II y IV. En la base de este último, se aprecia una escotadura reducida. El talón es muy corto y ancho. Los cojinetes plantares muestran separación moderada en dactilares y basales. En las puntas de los dedos II y IV se aprecian huellas ungüales no bien definidas. Se encontró una serie de 5 huellas, donde la zancada mide 260 cm, el paso 130 cm y el ángulo de paso 150°. En la Tabla 1 se presentan las medidas del ejemplar. Su grado de conservación es bueno, pero el dedo IV está incompleto.

Discusión.—Este molde presenta problemas de interpretación, ya que las relaciones alométricas dactiloplares corresponden a un organismo plantígrado, probablemente de movimientos lentos. La mayor parte de los organismos plantígrados son formas herbívoras. Sin embargo, la configuración general y la presencia de uñas acuminadas recuerda las de los morfotipos A, B y C, que son claramente carnívoros. Asimismo, la longitud de la zancada y el ángulo de paso indican a un caminador moderadamente activo.

Se asigna tentativamente este morfotipo al Suborden Theropoda. Por su gran talla debe corresponder a un carnosaurio; sin embargo, la configuración de las huellas dactilares es atípica para este grupo. El tamaño de esta huella es comparable al de IGCU-2531. En consecuencia, el comentario sobre tamaño es también aplicable en este caso. La presencia de grandes ornitópodos herbívoros podría implicar correlativamente la existencia de grandes terópodos depredadores de ellos. Es en este contexto que la interpretación de este morfotipo como un terópodo parece justificada.

Morfotipo G

Material.—IGCU-2533, molde izquierdo en yeso (Figura 5G, Lámina 1G).

Descripción.—Este morfotipo es de tamaño mediano, tiene configuración ovoide, está caracterizado por la presencia de dedos cuasi-paralelos (II y III); el IV es moderadamente divergente y más pequeño que los otros. No se aprecia talón ni huellas unguales; el cojinete basal es perpendicular a los cojinetes dactilares. La zancada mide 98 cm, el paso 55 cm y el ángulo de paso 154°. En la Tabla 1 aparecen las medidas de este ejemplar. El grado de conservación es moderado.

Discusión.—Se interpreta que este molde corresponde a un dinosaurio bípedo semi-digitígrado, ya que la relación alométrica dactilo-plantar es de 1:1. La ausencia de uñas y la configuración de los dedos sugiere hábitos herbívoros. El tamaño de la zancada y el ángulo de paso denotan a un caminador moderadamente activo. No se conocen fósiles semejantes a éste. Se le asigna tentativamente al Suborden Ornithopoda.

EDAD Y CORRELACION DE LA DINOSAURICNOFAUNA

Debido a la posición aislada que tiene esta icnofauna, resulta difícil precisar la edad. En el capítulo de Bosquejo geológico se señala que, aparentemente, las calizas fosilíferas se encuentran interstratificadas con el resto de la secuencia volcanosedimentaria. Sin embargo, esta intercalación podría cuestionarse, considerando que estos cuerpos están afectados por fallas. El contenido fosilífero incluye invertebrados que sugieren una edad cretácica temprana; todavía no se dispone del informe científico respectivo.

La forma, proporciones alométricas y tamaño de las huellas asignadas a los diferentes morfotipos permite señalar que en la fauna están representados cuatro saurisquios y tres ornitísquios. Los Ornitísquia son asignables al Suborden Ornithopoda e

incluyen los morfotipos D, E y G. De los Saurischia, probablemente los morfotipos B y F pertenecen al Infraorden Carnosauria, y el morfotipo C al Infraorden Coelurosauria. El morfotipo A es indeterminado.

El alcance estratigráfico de estos subórdenes se extiende del Triásico Medio al Cretácico. Sin embargo, el tamaño de las formas más grandes es intermedio entre los mayores dinosaurios triásicos tardíos, ejemplificados por la fauna del Connecticut Valley (Lull, 1953) y los enormes dinosaurios del Jurásico Tardío y Cretácico, ejemplificados por la fauna de la Formación Morrison, Jurásico de la región centro-occidental de los Estados Unidos de América. En este contexto, la edad más probable para esta dinosaurioicnofauna es jurásica media a media-tardía.

SIGNIFICACION GEOLOGICA

El hallazgo de la Dinosaurioicnofauna Chuta en el sur de Michoacán obligó a los autores a hacer un reconocimiento geológico del área. De ahí se desprende la necesidad de hacer cambios importantes al conocimiento geológico que se tenía de la región pacífica de México. Se señala en la Carta Geológica de Michoacán (López-Ramos, 1971) y en la Carta Geológica de la República Mexicana (López-Ramos, 1976), que el sur de Michoacán está constituido por rocas paleozoicas metamórficas, cuerpos intrusivos cenozoicos y una extensa planicie costera. En lugar de las rocas paleozoicas, se encontró una gruesa secuencia volcanosedimentaria asignable al Mesozoico medio. La planicie costera quedó restringida a una angosta faja. No se encontraron evidencias de intrusiones cenozoicas.

Es la primera vez que se da a conocer la presencia de rocas mesozoicas continentales en toda la región pacífica del país. Por otro lado, la presencia de calizas cretácicas marinas en el área de Coalcoacán, Michoacán y Colima es conocida desde hace tiempo (cf. Urquiza, 1881; Palmer, 1928 y Burckhardt, 1930). Sin embargo, el hallazgo de calizas en el área de Playa Azul constituye el registro más meridional de calizas mesozoicas en el Estado.

Las características geológicas del área, en especial la posición estructural de la secuencia volcanosedimentaria mesozoica y la edad y naturaleza continental de la Dinosaurioicnofauna Chuta, obligan a revisar los modelos que se han propuesto para explicar la evolución geológica del Subcontinente Mexicano (cf. Guzmán y de Cserna, 1963; de Cserna, 1967, 1974, 1976) y tienen gran importancia para fechar el posible inicio de la convergencia de la paleoplaca pacífica correspondiente al Subcontinente Mexicano (cf. Sinopsis histórica, este artículo).

SIGNIFICACION PALEOBIOLOGICA

La Dinosaurioicnofauna Chuta muestra considerable diversidad. La presencia de carnívoros y herbívoros sugiere que esta fauna es una muestra representativa de un ecosistema bien equilibrado. El aislamiento en que se encuentra esta fauna y la distancia considerable que lo separa de las localidades de dinosaurioicnofaunas y de restos óseos para el Jurásico Medio y el Cretácico Temprano, hacen difícil su correlación y evaluación biogeográfica.

Sin embargo, si consideramos que algunos de los icnofósiles de Michoacán parecen corresponder a icnofósiles de la región centro-occidental de los Estados Unidos de América, esto nos podría indicar continuidad en el área de distribución de esos grandes vertebrados terrestres. La información geológica disponible apoya este punto de vista. A su vez, esto significaría que la dinosaurofauna jurásica norteamericana se extendía sin interrupción, por lo menos, hasta el sur de Michoacán. En este contexto, es claro que otros elementos de esta paleobiota habrían tenido las mismas posibilidades de extensión.

Hacia el sur, las dinosaurofaunas equiparables se encuentran en Argentina, Brasil y Bolivia (Casamiquela, 1964; Leonardi, 1976, en prensa a y b; y Dr. L. Sánchez-Carranza, comunicación oral, abril, 1978). Casamiquela (1964) describe una icnofauna de la Provincia de Santacruz, fechada paleobotánicamente como jurásica media. Incluye tres terópodos significativamente más pequeños y de configuración muy diferente a las formas mexicanas. En consecuencia, la correlación entre ambas es de necesidad imprecisa. Recientemente, Leonardi (1976 y en prensa a y b) ha descrito icnofósiles ornitópodos y terópodos de Goiás y Paraíba, Brasil, del ¿Jurásico-Tardío-Cretácico Temprano? Los primeros incluyen ornitópodos más de dos veces mayores que los mexicanos. Los segundos son terópodos ligeramente mayores y con los dedos característicamente más largos que las formas mexicanas. En consecuencia, también aquí la correlación es imprecisa.

En conclusión, el hallazgo de la dinosauroicnofauna mesozoica de México no permite resolver el problema de las relaciones entre las dinosaurofaunas mesozoicas norte- y sudamericanas, pero ciertamente constituye un hito en las probables rutas de distribución y migración de estos grandes vertebrados terrestres.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

(1) Se encontró en el suroeste de Michoacán una secuencia volcanosedimentaria ¿jurásica media-cretácica temprana? Ello permite reconocer, por vez primera en la región pacífica suroccidental de México, la presencia de rocas mesozoicas volcanosedimentarias de ambiente transicional predominantemente continental. Se contribuye así al conocimiento que se tiene sobre la geología regional, y se imponen límites estrictos a los modelos de evolución geológica propuestos para esta región.

(2) Se describe la Dinosauroicnofauna Chuta, ¿Jurásico Medio-Cretácico Temprano? de Michoacán; es el primer hallazgo de su tipo en México y constituye el más austral de dinosaurios en Norteamérica. Incluye siete morfotipos (A a G), todos son bípedos, corresponden a Saurischia Theropoda Carnosauria (B y F), Coelurosauria (C), Saurischia *inc. sed.* (A) y Ornithischia Ornithopoda (D, E y G).

(3) Las características de la icnofauna sugieren una edad jurásica media. Las relaciones de campo de las calizas sugieren una edad cretácica temprana. La primera interpretación parece más probable.

(4) La presencia de esta icnofauna indica que, durante el Mesozoico medio, la dinosaurofauna

norteamericana se extendía sin interrupción hasta la región centro-occidental de México. Las relaciones con la dinosaurofauna sudamericana son imprecisas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen cumplidamente su colaboración al Ing. Rafael Rodríguez-Torres del Instituto Nacional de Energía Nuclear, y al Sr. Víctor Torres-Roldán, Becario del Instituto de Geología. Se agradece, asimismo, a los Dres. Gloria Alencáster de Félix, Zoltan de Cserna y Fernando Ortega-Gutiérrez del Instituto de Geología, UNAM, la lectura crítica que hicieron del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Burckhardt, Charles, 1930, Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain: *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, v. 49-50, 280 p.
- Carrillo-Bravo, José, 1961, Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps.: *Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, v. 13, p. 1-99.
- Casamiquela, R. M., 1964, Estudios icnológicos; problemas y métodos de la icnología con aplicación al estudio de pisadas mesozoicas (Reptilia, Mammalia) de la Patagonia: Buenos Aires, Gob. Prov. Río Negro, 229 p.
- Cserna, Zoltan de, 1967 (1969), Tectonic framework of southern Mexico and its bearing on the problem of continental drift: *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, v. 30, p. 159-168.
- ——— 1974, La evolución geológica del panorama fisiográfico actual: *in* de Cserna, Z., Mosiño, P. A., Benassini, O.: El escenario geográfico; introducción ecológica (Primera parte). México, D. F. *Inst. Nal. Antropol. Historia*, S. E. P., p. 19-56.
- ——— 1976, Mexico - geotectonics and mineral deposits: *New Mexico Geol. Soc., Spec. Publ.* 6, p. 18-25.
- Guzmán, E. J., y Cserna, Zoltan de, 1963, Tectonic history of Mexico: *Am. Assoc. Petroleum Geologists, Mem.* 2, p. 113-119.
- Langston, Wann, y Durham, J. W., 1955, A sauripod dinosaur from Colombia: *Jour. Paleont.*, v. 29, p. 1047-1051.
- Leonardi, G., 1976, Nota preliminar sobre seis pistas de dinosaurios Ornithischia de Bacia de Rio do Peixe, Cretáceo Inferior em Souza, Paraíba, Brasil: *Atas XXIX Congr. Bras. Geol. no prelo.*
- ——— en prensa a, Ornithischian trackways of the Corda Formation (Jurassic), Goiás, Brasil: *I Congr. Latinoamericano de Paleontología y Bioestratigrafía*, Buenos Aires, abril, 1978.
- ——— en prensa b, Dez novas pistas de dinosaurios (Theropoda- Marsh 1881) na Bacia do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil: *Ibid.*
- López-Ramos, Ernesto, 1971, Carta geológica del Estado de Michoacán: *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología*, escala 1:500,000 (inédita).
- ——— 1976, Carta geológica de la República Mexicana: México, D. F., Comité de la Carta Geológica de México, escala 1:2,000,000.
- Lull, R. S., 1953, Triassic life of the Connecticut Valley: *Connecticut Geol. Nat. Hist. Survey Bull.* 81, p. 1-331.

- Palmer, Robert, 1928, The rudistids of southern Mexico: Calif. Acad. Sci., Occ. Paper 14, 137 p.
- Mosiño, P. A., 1974, Los climas de la República Mexicana: *in* de Cserna, Z., Mosiño, P. A., y Benassini, O. El escenario geográfico; Introducción ecológica (Primera parte): México, D. F., Inst. Nal. Antropol. Historia, p. 57-172.
- Romer, A. S., 1966, Vertebrate paleontology: Chicago, Chicago Univ. Press, 468 p.
- Urquiza, Manuel, 1881, Exploración del Distrito de Coalcomán, Estado de Michoacán: Ministerio de Fomento (México), Anales VII, p. 195-261.
-