



PALEOGEOGRAFÍA DEL SUR DE MÉXICO MEDIANTE PALEOMAGNETISMO Y ESTRATIGRAFÍA

Diego Alberto Osorio Afanador^{1*}, Roberto Stanley Molina Garza¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, Querétaro, México.

* e-mail: dialoso@geociencias.unam.mx

ABSTRACT

We present the results and discussion from a paleomagnetic and stratigraphic study carried out in the Mixteco Terrane of southern Mexico in andesitic volcanic rocks and in Lower to Middle Jurassic conglomeratic, sandy and muddy sedimentary rocks. For paleomagnetism we collected and interpreted 23 localities in volcanic rocks which show a primary direction (Dec: 83.8°; Inc: -1.4°; α_{95} : 9.4 y k: 11.25) that pass the conglomerate and fold tests, the paleopole calculated from this direction is located at Long: 175° E and Lat: 6.6° S. The calculated inclination places the studied zone at an equatorial paleolatitude, coincident with the stratigraphic and petrologic data collected along 176 m of sedimentary succession, which reveals the predominance of humid climates during its deposition. It's difficult to establish the paleogeographic relationship with the North American Craton due to the high uncertainty in the poles of the craton for this time; nevertheless, our new data contribute to equatorial Pangea reconstructions by placing southern Mexico adjacent to the North American Plate in the equator in a time previous to the breakup of Pangea.

Keywords: Ecuatorial Pangea, paleolatitude, Oaxaquia

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio combinado de paleomagnetismo y estratigrafía de rocas volcánicas, conglomerados, areniscas y lodolitas del Jurásico Inferior-Medio del terreno Mixteco del sur de México. Para paleomagnetismo fueron colectados e interpretados 23 sitios en rocas volcánicas para las que muestran una dirección primaria que pasa la prueba de pliegue y conglomerado con dirección media Dec: 83.8°; Inc: -1.4°; α_{95} : 9.4° y k: 11.25 y un polo paleomagnético promediado localizado en Long: 175° E, y Lat: 6.6° S. La inclinación localiza el terreno estudiado en una paleolatitude ecuatorial; esta paleolatitude coincide con los datos estratigráficos y petrológicos colectados en 176 m de sucesión que revelan el predominio de climas húmedos durante su depósito. La relación paleogeográfica con el craton de Norte América es difícil de establecer por incertidumbre en los polos del cratón para este tiempo, pero los nuevos datos contribuyen a las reconstrucciones de Pangea ecuatorial en periodos previos a su separación al localizar al sur de México adyacente a la placa Norteamericana en el ecuador.

Palabras clave: Pangea ecuatorial, paleolatitude, Oaxaquia

1. Introducción

El uso en conjunto de datos paleomagnéticos, sedimentológicos y estratigráficos permite establecer con altos grados de certidumbre las posiciones paleolatitudeinales de los continentes y terrenos geológicos y hacer inferencias paleoclimáticas sobre estos. Nosotros realizamos estos dos tipos de estudios en una cuenca del sur de México donde se intercalan paquetes de flujos volcánicos de composición intermedia a félsica con sucesiones de conglomerados, areniscas y lodolitas. Así, obtuvimos datos que nos permitieron establecer la paleolatitude del terreno estudiado, ambiente de depósito y condiciones climáticas.

Nuestra motivación principal fue hacer un aporte a la problemática que existe con las reconstrucciones del occidente de Pangea ecuatorial para el Jurásico, pues reconstrucciones en la literatura revelan un solapamiento entre bloques continentales del sur de México y el norte de Suramérica (Pindell, Dewey, 1982; Lottes, Rowley, 1990; Scotese, Langford, 1995). Para resolver el traslape se ha propuesto el despazamiento de bloques continentales a lo largo de fallas transcurrentes; sin embargo, estas fallas son muy discutidas y varias bases de datos (paleomagnéticos, estratigráficos, geocronológicos) rechazan su existencia (Molina-



Garza, Iriondo, 2005). Este trabajo presenta un estudio comparativo con dos bases de datos: paleomagnéticos y estratigráficos, en rocas volcánicas y sedimentarias aflorantes en el terreno Mixteco. La región Mixteca del sur de México presumiblemente fue anexada a la placa Norteamericana desde finales del Paleozoico (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo es hallar la paleoposición del terreno durante el Jurásico Temprano, que es la edad de las rocas volcánicas y sedimentarias expuestas en la cuenca de Tlaxiaco en la región NW de Oaxaca (Zepeda-Martínez *et al.*, 2018) y establecer si el paleoclima que se infiere del registro sedimentario coincide con la paleolatitud obtenida mediante el paleomagnetismo. La paleogeografía de la cuenca de Tlaxiaco a su vez puede ser determinada usando los datos sedimentológicos y de paleocorrientes (corregidas por rotaciones de eje vertical) colectados.

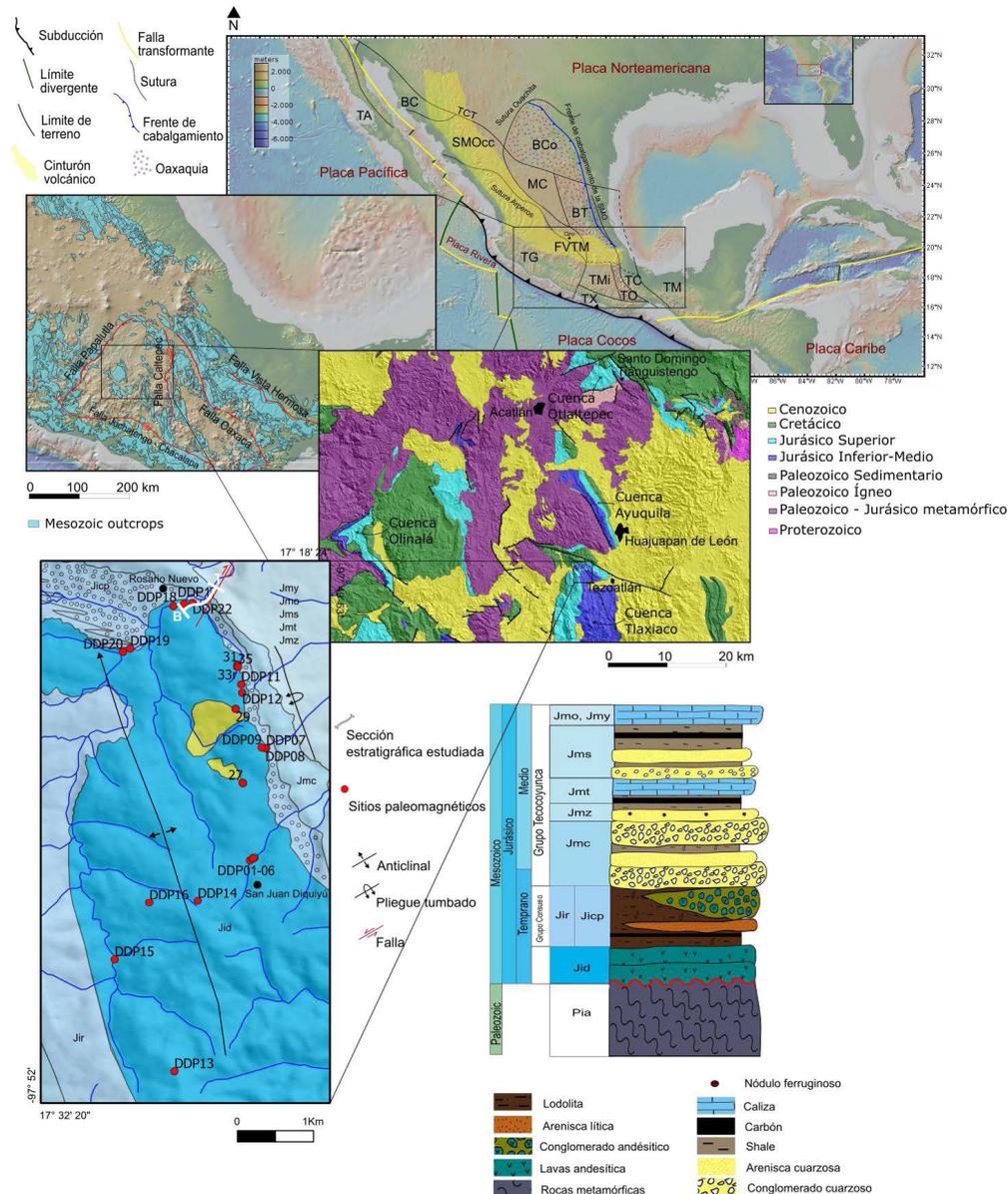


Figura 1. Localización del área estudiada. BC – Bloque Caborca; TCT – Transforme Coahuila-Tamaulipas; SMOcc – Sierra Madre Occidental; BCo – Bloque Coahuila; MC – Mesa Central; BT - Bloque Tampico; SMO – Sierra Madre Oriental; FVTM – Faja Volcánica Trans-Mexicana; TG – Terreno Guerrero; TMi – Terreno Mixteco; TX – Terreno Xolapa; TO – Terreno Oaxaca; TC – Terreno Cuicateco; TM – Terreno Maya; Pia – Complejo Acatlán; Jid – Unidad Diquiyú; Jir – Formación Rosario; Jicp – Formación Conglomerado Prieto; Jmc – Formación Cualac; Jmz – Formación Zorrillo; Jmt – Formación Taberna; Jms – Formación Simón; Jmo – Formación Otatera; Jmy – Formación Yucuñuti.



2. Muestreo y metodología

El muestreo paleomagnético se distribuyó a lo largo y ancho de un anticlinal que expone en su núcleo rocas volcánicas de la unidad Diquiyú en el NW del estado de Oaxaca, México (Figura 1). Análisis petrográficos, curvas de adquisición de magnetismo isothermal remanente (IRM) y curvas de histéresis permitieron determinar la mineralogía portadora del magnetismo remanente de las rocas estudiadas. Las direcciones características se hallaron por inspección visual de diagramas ortogonales después de el proceso de desmagnetización progresiva y las direcciones medias fueron calculadas mediante análisis de componentes principales (Kirschvink, 1980). La naturaleza primaria del magnetismo remanente fue determinada por medio de pruebas positivas de conglomerado y de pliegue, y por la presencia de direcciones antipodales, sin embargo muchas reversiones pueden ser aparentes debido a la baja latitud. Un total de 23 localidades arrojaron datos aceptables para interpretar en términos de bajo error estadístico; no obstante, la distribución elongada tanto de las direcciones como de los VGPs (Figura 2) debida probablemente a la presencia de rotaciones tectónicas aparentes (MacDonald, 1980), hace que la estadística fisheriana usada para calcular la dirección promedio pueda ser inapropiada. Los datos estratigráficos por su parte fueron colectados en una sucesión de dos unidades clásticas que incluyen la Fm. Conglomerado Prieto, el Conglomerado Cualac y la Formación Zorrillo. Se describió la geometría y la composición de los clastos en los conglomerados y se extrajeron muestras de areniscas para realizar análisis petrográficos; las paleocorrientes fueron medidas mediante imbricación de clastos en los conglomerados y mediante laminación cruzada en las areniscas.

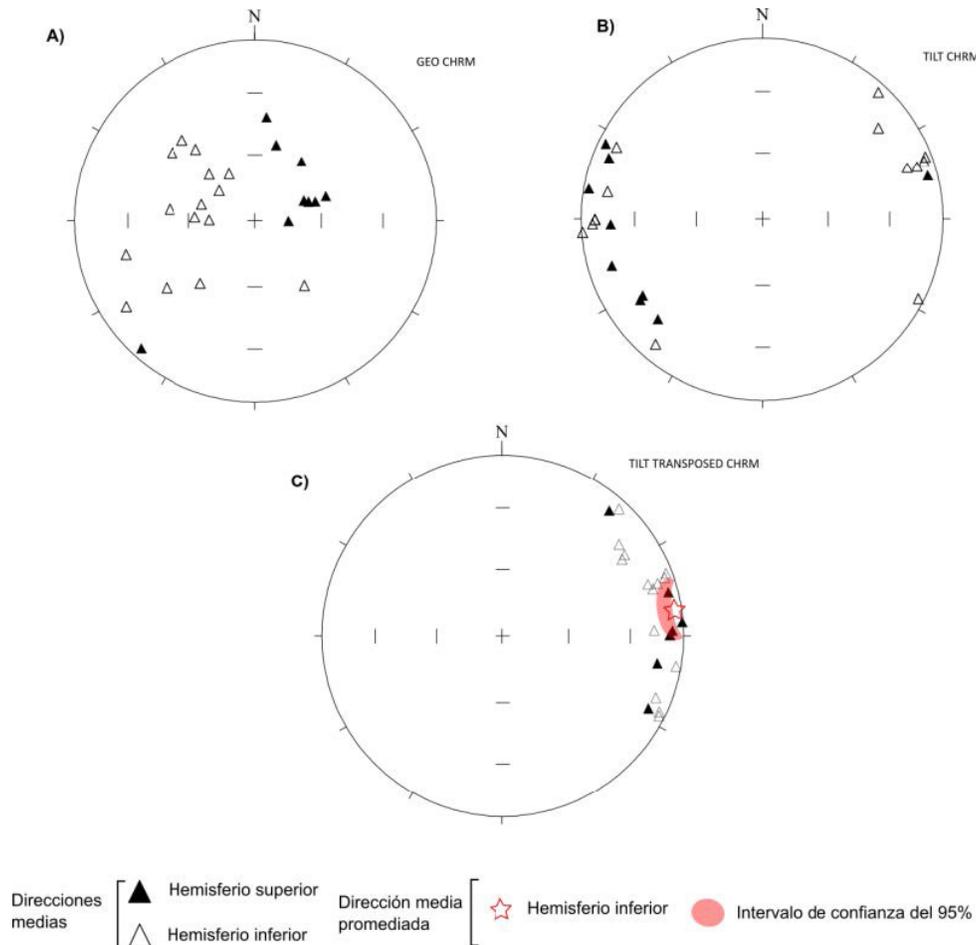


Figura 2. A) Direcciones medias y media promediada de los sitios paleomagnéticos estudiados; B) Distribución de los VGPs de cada sitio muestreado, nótese la distribución elongada a lo largo de un círculo menor con centro cercano a la localidad de muestreo, típico de datos con rotaciones tectónicas aparentes (MacDonald, 1980).



3. Resultados

La dirección paleomagnética obtenida (Dec: 83.8°; Inc: -1.4°; α_{95} : 9.4°; k: 11.25, n = 23, Figura 2), reside en magnetita y hematita. La inclinación localiza al terreno Mixteco en una paleolatitud de 0.7°, pero hay ambigüedad de hemisferio; asumiendo que los datos al este son de polaridad normal, y mediante una comparación con los mejores polos de referencia del Jurásico Inferior (Torsvik *et al.*, 2012), se determina una rotación horaria de aproximadamente 90° para la cuenca y se ubica en el hemisferio sur. Esta rotación

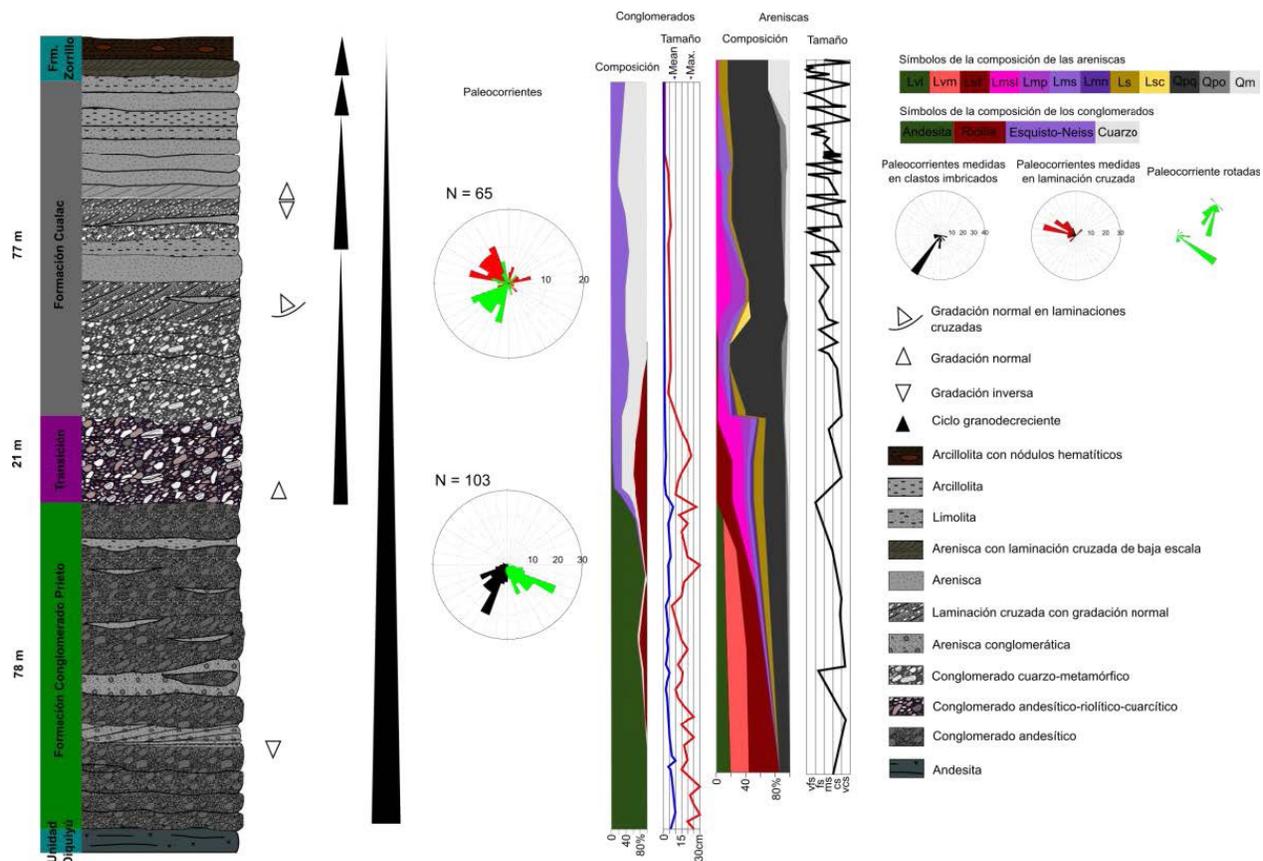


Figura 3. Columna estratigráfica medida y datos petrográficos y de paleocorrientes obtenidos. Lv_f – Lítico volcánico lathwork; Lv_m – Lítico volcánico microlítico; Lv_f – Lítico volcánico felsítico; Lm_{sl} – Lítico metamórfico pizarroso; Lm_p – Lítico metamórfico filítico; Lm_s – Lítico metamórfico esquistoso; Lm_n – Lítico metamórfico gnéisico; L_s – Lítico sedimentario; L_{sc} – Lítico sedimentario calcáreo; Qp_q – Cuarzo policristalino; Qp_o – Cuarzo policristalino orientado; Qm – Cuarzo monocristalino.

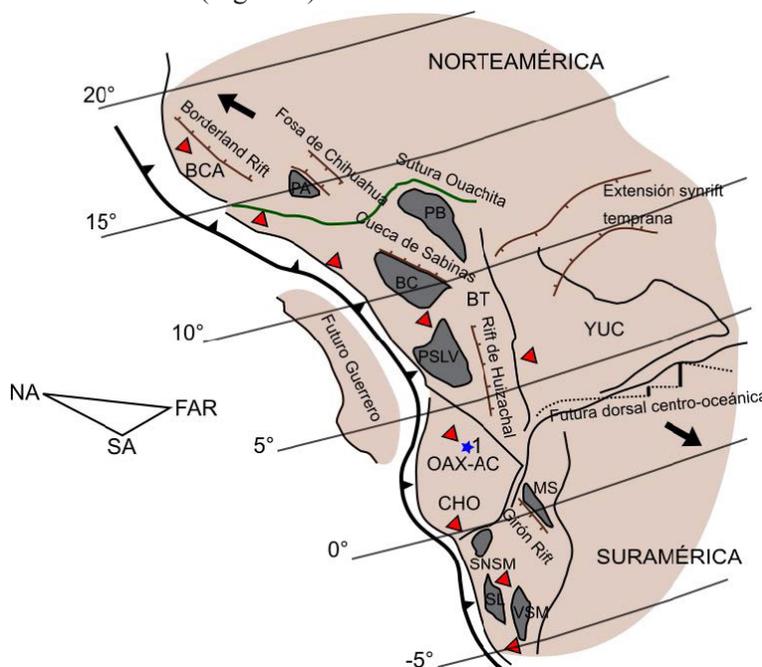
se desarrolló de manera segmentada en cuencas separadas, como lo muestran distintos grados de rotación horaria en cuencas contiguas del terreno Mixteco (Fang *et al.*, 1989; Ortega-Guerrero, Urrutia-Fucugauchi, 1993) y fue completada antes del Cretácico Temprano (Böhnel, 1999).

Los datos sedimentológicos por su parte muestran en el Conglomerado Prieto un predominio de conglomerados con clastos andesíticos a la base (Figura 3), depositados por procesos de agradación muy cerca de la fuente en canales de ríos poco sinuosos. Estos depósitos gradan a conglomerados con abundante cuarzo y fragmentos metamórficos asignados al Conglomerado Cualac, depositados en ríos similares pero con menores grados de subsidencia. El cambio en la composición de las areniscas refleja el desmantelamiento de un orógeno de colisión cubierto por rocas volcánicas con afinidad de arco volcánico. Las características faciales de la sucesión sedimentaria en conjunto con la composición de las areniscas y conglomerados permiten inferir condiciones húmedas en su depósito, condiciones típicas de climas ecuatoriales. Los datos presentados nos permitieron concluir que la unidad Diquiyú y las formaciones Conglomerado Prieto y Cualac fueron emplazadas y depositadas en una cuenca de trasarco, segmentada, en un bloque adyacente a



la placa Norteamericana localizado cercano al ecuador (Figura 4).

Figura 4. Paleogeografía del occidente de Pangea ecuatorial durante el Jurásico Temprano. BCA – Bloque Caborca; PA – Plataforma de Aldama; PB – Plataforma del Burro; BC – Bloque Coahuila; BT – Bloque Tampico; YUC – Bloque Yucatán; PSLV – Plataforma San Luis-Valles; OAX-AC – Oaxaca-Acatlán; Chortis – Bloque Chortis; MS – Macizo de Santander; SNSM – Sierra Nevada de Santa Marta; SL – Serranía de San Lucas; VSM – Valle Superior del Magdalena.



Referencias:

- Böhnel, H., 1999. Paleomagnetic study of Jurassic and Cretaceous rocks from the Mixteca terrane (Mexico). *Journal of South American Earth Sciences* 12, 6, 545-556.
- Fang, W., Van der Voo, R., Molina-Garza, R., Moran-Zenteno, D., Urrutia-Fucugauchi, J., 1989. Paleomagnetism of the Acatlan terrane, southern Mexico: evidence for terrane rotation. *Earth and Planetary Science Letters* 94, 1-2, 131-142.
- Kirschvink, J. L., 1980. The least-squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. *Geophysical Journal International* 62, 3, 699-718.
- Lottes, A. L., Rowley, D. B., 1990. Reconstruction of the Laurasian and Gondwanan segments of Permian Pangaea. *Geological Society, London, Memoirs* 12, 1, 383-395.
- MacDonald, W. D., 1980. Net tectonic rotation, apparent tectonic rotation, and the structural tilt correction in paleomagnetic studies. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 85, B7, 3659-3669.
- Molina-Garza, R. S., Iriondo, A., 2005. La Megacizalla Mojave-Sonora: la hipótesis, la controversia y el estado actual de conocimiento. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 57, 1, 1-26.
- Ortega Guerrero, B., Urrutia-Fucugauchi, J., 1993. Jurassic palaeomagnetic results constraining southerly motions of the Mixteca terrane, southern Mexico. *Geofísica Internacional* 32, 3.
- Ortega-Gutiérrez, F., Elías-Herrera, M., Morán-Zenteno, D. J., Solari, L., Weber, B., Luna-González, L., 2018. The pre-Mesozoic metamorphic basement of Mexico, 1.5 billion years of crustal evolution. *Earth-science reviews* 183, 2-37.
- Pindell, J., Dewey, J. F., 1982. Permo-Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean region. *Tectonics* 1, 2, 179-211.
- Scotese, C. R., Langford, R. P., 1995. Pangea and the paleogeography of the Permian. In *The Permian of Northern Pangea* (pp. 3-19). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Torsvik, T. H., Van der Voo, R., Preeden, U., Mac Niocaill, C., Steinberger, B., Doubrovine, P. V., Meert, J. G., 2012. Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics. *Earth-Science Reviews* 114, 3-4, 325-368.
- Zepeda-Martínez, M., Martini, M., Solari, L., 2018. A major provenance change in sandstones from the Tezoatlán basin, southern Mexico, controlled by Jurassic, sinistral normal motion along the Salado River fault: Implications for the reconstruction of Pangea. *Journal of South American Earth Sciences* 86, 447-460.