



EVOLUCION PALEOAMBIENTAL DEL PLEISTOCENO SUPERIOR AL HOLOCENO DEL ANTIGUO LAGO DE LOS ESPEJOS (ACAMBAY, MEXICO).

Isabel Israde-Alcántara¹, Bertha Oliva Aguilar Reyes² Avto Gogichiasvili²,
Victor Hugo Garduño-Monroy¹, Ana Gabriela Carranza Rivera¹, Juan Morales²

¹ Dpto. Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgica, UMSNH. Morelia, Mich.

² Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA), Instituto de Geofísica, UNAM. Campus Morelia, Michoacán

RESUMEN

Con el propósito de entender la variabilidad climática y ambiental de los últimos ca.70,000 años AP de la región del Lago de los Espejos, se perforó un núcleo continuo de 21.8 metros en el depocentro del antiguo lago. El lago se localiza en el centro occidente de México dentro del graben de Acambay, limitando entre las fallas Acambay-Tixmadeje y Pastores dentro del sector central del Cinturón Volcánico (Suter *et al.*, 2001). Dos fechamientos de AMS a los 3.9 y 4 metros arrojan una edad de $6,500 \pm 40$ AP y 8570 ± 40 AP respectivamente. El análisis multiproxy (susceptibilidad magnética, Carbono orgánico total (TOC), Carbono inorgánico total y geoquímica) permiten inferir que del Pleistoceno superior al Holoceno temprano el paleolago de Los Espejos fue un cuerpo de aguas bajas registrando fases de relativa sequía entre 21.48 y 10 metros, interrumpidas por las condiciones más húmedas de todo el registro entre 18 y 20 metros en donde altos niveles de TOC se asocian a Ferrihidrita.

De 10 m hasta la cima del núcleo, el lago muestra un cambio a condiciones ligeramente más húmedas, particularmente de 6.50 a 7.50 m en los que la asociación de *Stephanodiscus aff. medius*-*Aulacoseira granulata* sugiere una estabilidad hacia una profundización del lago. Evidencias de fenómenos de deformación se observan de 4.50 a 4.70 m, 14 a 15 m, 16,17 y 19 m y pueden estar asociados a eventos sísmicos ya reportados previamente (Rodríguez-Pascua *et al.*, 2010).

Palabras clave: Acambay, paleoambientes, Heinrich H-5, H2, ciclicidad

ABSTRACT:

In order to understand the climatic and environmental variability of the last 70 ka AP in the Valle de los Espejos region, a 21.8 m continuous core was retrieved in the depocenter of the lake. The ancient lake is located in central west Mexico inside the Acambay graben limited by the Acambay-Tixmadejé and Pastores fault inside the Transmexican Volcanic Belt. Two AMS dates at 3.9 and 4.0 m. provide ages of 6500 ± 40 AP and 8570 ± 40 AP respectively. The multiproxy analysis (magnetic susceptibility, Total organic carbon (TOC), Total inorganic carbon (TIC) and geochemical analysis) allows to infer that from Upper Pleistocene to early Holocene Los Espejos paleolake was a stable low lacustrine water body recording relatively dry conditions between 21.48 and 10 meters interrupted by the most humid fluctuations of all the record between 18 and 20 m in which high TOC are associated to Ferrihidrita.

From 10 m depth to the top of the record, the lake shows a change to some more humid conditions, particularly from 6.50 to 7.50 m in which diatoms *Stephanodiscus aff. medius*-*Aulacoseira granulata* assemblage suggest a tendency to depth and stable conditions. Evidences of deformation phenomena are recorded from 4.50 to 4.70 m, 14 to 15 m, 16, 17 and 19 m and can be associated to seismicity phenomena (Rodríguez-Pascua *et al.*, 2010).

Keywords: Acambay, paleoenvironments, Heinrich H-5, H2, cyclicity



Métodos

El núcleo denominado de Acambay fue perforado utilizando un equipo Usinger con tubos shelby a presión neumática que extraían tramos de longitud máxima de 1 metro. Los proxies analizados se muestrearon cada 10 cm a lo largo de todo el núcleo e incluyen estratigrafía, susceptibilidad magnética, contenido de carbón orgánico (COT) e inorgánico (CIT), espectrometría de masas y contenido de diatomeas.

Se extrajeron cubos de plástico de 8 cm³ y se dejaron secar a temperatura ambiente para el análisis de susceptibilidad magnética de baja frecuencia (λf). Las mediciones se realizaron mediante un medidor de susceptibilidad Kappabridge AGICO MFK1-B. Los análisis de Carbono orgánico e inorgánico se realizaron a través de un módulo de acidificación modelo UIC CM 5130 mientras que los análisis de iones se realizaron mediante un ICP de masas en roca total y fueron comparados con análisis puntuales de difracción de rayos X (DRX).

Resultados

El análisis estratigráfico (fig. 1) individualiza 7 zonas caracterizadas por el dominio de facies arcillosas, limosas y limo-arenosas. Niveles de turba aparecen a los 1.14 y 3.85 m. Se presentan tefras a los 8.70, 8.90, 10.50 y 10.60 m. Dos niveles de deformación se observan a los 19.13 m. y a los 4.80 m, es posible que correspondan con dos eventos sísmicos que son comunes en la región de Acambay.

Fases secas asociadas a regresiones con alta concentración iónica están representadas por Na, Ca y Mg y altos porcentajes de CIT, mientras que fases húmedas que sugieren transgresiones, están indicadas por aporte terrígeno, incluyen Fe, Ti, Al, K, y Fe/Al y altos porcentajes de COT; de los 18 m a los 21 m periodos mas estables de humedad y sequía, iniciando por una sequía de 20 a 21 m seguida por una fase húmeda de los 18 a los 20 m. Esta fase de humedad se vuelve a presentar los últimos 5 m de depósito del lago.

ZONA 1- De los 20 a los 21 m aunque el contenido de Fe es bajo respecto al resto del perfil, se tienen dos máximos en este elemento que coinciden con los máximos en los valores de la k_{if} . El pico más intenso se reporta a los 2090 cm, refleja la presencia predominante de minerales ferrimagnéticos por un aporte detrítico. Valores mínimos de la k_{if} en este rango, coinciden con un alto CIT; cabe recordar que los carbonatos y sales alcalinas son diamagnéticas y restan valor a la k_{if} . En este episodio son comunes *Campilodiscus clypeous* y *Surirella spp.* Especies que habitan en ambientes con alta concentración iónica. Los proxies observados en esta zona sugieren un intervalo de sequía.

ZONA 2- De los 18 a los 20 m se observan los valores más altos de TOC de todo el registro en coincidencia con valores altos de de Fe. Probablemente se tenga una mezcla de minerales de la serie Ti-magnetita, así como la presencia de ferrhidrita que es más asociada a ambientes húmedos. Resalta un corto episodio de sequía a los 19.40 m (donde *Campilodiscus* y *Surirella* son comunes); sin embargo la tendencia en el registro es hacia humedad, consistente con las asociaciones de *Epithemia*, *Rophalodia* y escasas *Stephanodiscus* que en conjunto se presentan en medios lacustres estables alcalinos, con cierta oxigenación.

ZONA 3- De los 1800 hasta los 1250 cm aumentan los valores de CIT así como las concentraciones de titanio y aluminio. El COT desciende a diferencia de la fase anterior. Ambientes concentrados en sales resaltan en los conjuntos de diatomeas de ambientes salinos (*Campilodiscus* y *Navicula*), se observan los valores de la k_{if} muy bajos, debido probablemente a que parte del Fe está presente en forma de minerales paramagnéticos, además de la presencia de gran cantidad de minerales diamagnéticos (que restan valor a la k_{if}).

Esta tendencia disminuye hacia la cima (12.50 a 12.70 m) donde disminuye la erosión y se incrementan los taxa que habitan aguas más profundas (*Stephanodiscus* y *Aulacoseira*).

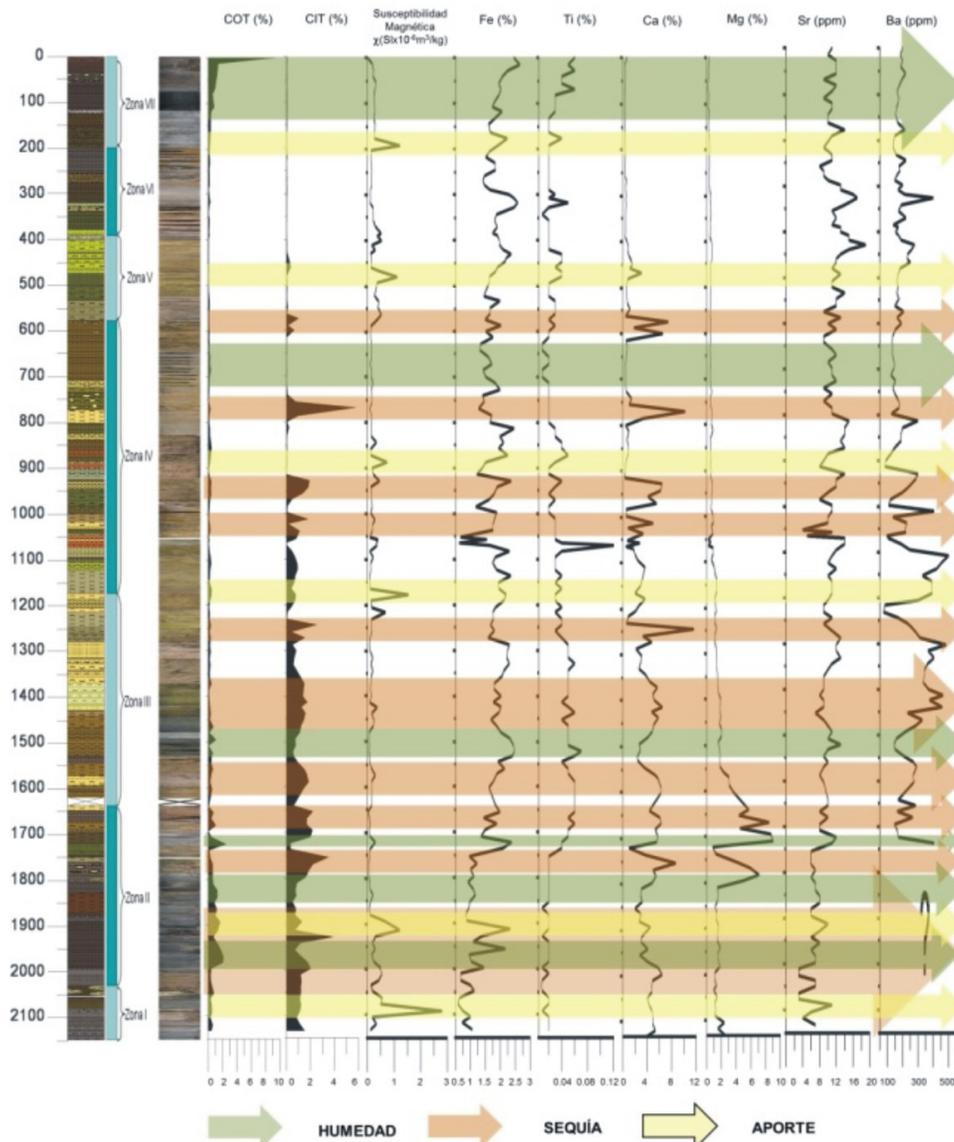


Figura 1. Variables selectas del registro paleolimnológico del núcleo de 21.48 m del Paleolago de los Espejos

ZONA 4- En la zona siguiente, de 1250 a 850 cm, dos eventos volcánicos alteran la estabilidad del lago, el COT se mantiene fluctuando dando lugar a asociaciones de *Aulacoseira*, *Stephanodiscus* que indican turbidez y cierta tendencia a profundización, sin embargo facies limosas con abundantes concreciones de carbonatos y arcillas retrabajadas testimonian un lago de aguas bajas con descensos bruscos con la contribución del activo vulcanismo, las poblaciones de diatomeas se mantienen distinguiéndose asociaciones de ambientes salinos y bajos niveles lacustres donde son comunes *Surirella* y *Campilodiscus*. Altos valores de TIC coinciden con aumento en los valores de la k_{IP} , con un máximo en 1180 cm; por lo que la fase magnética corresponde a Ti-magnetita con cantidades variables de Ti debido a aporte del vulcanismo.



ZONA 5- Ascendiendo estratigráficamente de los 850 y 600 cm, se registra una estabilidad en la cuenca interrumpida por una fase de incremento en la concentración iónica. Sin embargo a lo largo de todo este intervalo las diatomeas características son de ambientes más diluidos que la fase anterior (Aulacoseria, Staurosira y Stephanodiscus). Es de notarse que a partir de este tramo se tiene un descenso importante en el CIT, la k_{if} presenta los valores más bajos. Aunque hay un ligero descenso en el contenido de Fe, este se encuentra bajo formas minerales no magnéticas, y el mineral magnético presente en poca cantidad probablemente sea una Ti- maghemita muy rica en Ti. El COT se mantiene constante.

ZONA 6- De los 600 a los 400 cm, facies detríticas gruesas confieren valores elevados de la k_{if} respecto al resto del núcleo, con un máximo a 475 cm. Este pico se debe claramente a la presencia de Ti-magnetita, para el resto del tramo se tiene probablemente el mismo mineral con sustitución mucho mayor de Ti, y probablemente se tenga un mayor porcentaje de granos superparamagnéticos en la fracción magnética. Las diatomeas de este intervalo se caracterizan por haber coexistido en bajos niveles lacustres, ambientes cenagosos (Eunotia) y diluidos (Cymbella cistula).

ZONA 7- Hacia la cima del núcleo 400 a 0 cm se van incrementando los valores de COT resaltando dentro de este intervalo facies turbosas a 3.85 m ($6,500 \pm 40$ AP C14) y a 1.14 m que están representadas por Eunotia y Nitzschia. Esta fase húmeda con charcas someras, se asocia con un ligero aumento en la k_{if} con un máximo a 200 cm, correspondiendo con la presencia de Ti-magnetita. Mientras que el resto del tramo probablemente contiene Ferrhidrita como fase magnética, sugiriendo un incremento de la humedad. Las diatomeas no se preservan en el último intervalo posiblemente debido a un aumento en la alcalinidad del lago.

Conclusiones

A partir del análisis de multiproxies del depocentro del Paleolago de Acambay, se observa que durante el Pleistoceno superior dominan fases secas de 21.48 a 10 m con fluctuaciones más cortas de humedad. Estas fases secas pueden estar asociadas con los eventos Heinrich H5 y H2 (Heinrich 1988).

En la transición Pleistoceno tardío - Holoceno se establecen condiciones ligeramente más húmedas donde se mantiene una estabilidad en el lago con pantanos de aguas bajas dominando el paisaje.

Se observa una tendencia a una ciclicidad de los valores de susceptibilidad magnética. Fechamientos más continuos de la secuencia sedimentaria permitirán evidenciar la reproductibilidad del lago a la variabilidad milenaria de factores de precesión de la Tierra.

Referencias

- Heinrich, H., 1988. "Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years". *Quaternary Research* 29 (2), 142–152
- Rodriguez-Pascua, M.A, V.H. Garduno-Monroy, I. Israde-Alcántara, R. Pérez-López. 2010. Estimation of the paleoepicentral area from the spatial gradient of deformation in lacustrine seismites (Tierras Blancas Basin, Mexico). *Quaternary International*. Vol. 219, 66-78.
- Suter M., Lopez Martínez M., Quintero Legorreta O., and Carrillo Martínez O. 2001. Quaternary intra-arc extension in the central Mexican Volcanic Belt. *Geological Society of America Bulletin* 113 (6), 693-703.