

Variaciones del Pleistoceno en la fase lacustre de la localidad de San Bartolo Lanzados (Atlacomulco, México), evaluadas mediante estratigrafía de diatomeas

Arcaeli Gabriela Andrade Servín* e Isabel Israde Alcántara*

Recepción: 13 de marzo de 2008
Aceptación: 3 de diciembre de 2008

*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo. Morelia, Michoacan, México.
Correo electrónico: arca_gaby@yahoo.com.mx;
aisrade@zeus.umich.mx

Resumen. En el graben de Acambay se tiene la depresión lacustre de San Bartolo Lanzados, cuya evolución sedimentaria se desarrolla en el Pleistoceno donde existió un medio profundo con la intervención de episodios tanto volcánicos como tectónicos.

Se estudió una columna estratigráfica de 10 metros, la cual se dividió en tres zonas. La primera y la tercera fueron muy estables y la segunda bastante inestable.

Para la primera y tercera fases existieron condiciones de profundidad, por lo que destacaron las especies planctónicas de diatomeas y para la segunda fase se registró una dominancia de las especies perifíticas. Se registraron cenizas con edades de 1.20 ± 0.13 M.a., relacionadas con la edad de equinos, camélidos y proboscidos intercalados.

Palabras clave: graben, Pleistoceno, planctónicas, perifíticas, fase y diatomeas.

Pleistocene Variations in the Lacustrine Location of San Bartolo Lanzados (Atlacomulco, Mexico), Evaluated Through Stratigraphy of Diatoms

Abstract. In the Acambay graben is a lacustrine depression (San Bartolo Lanzados), in which sedimentary evolution developed during the Pleistocene Epoch, where a deep environment existed with the intervention of volcanic and tectonic episodes.

We study a stratigraphic column of 10 meters, divided into three zones. The first and third zones were very stable, but the second zone was very unstable. For the first and third zone deep conditions existed and planktonic diatom species were registered, while in the second zone periphytic species were dominant.

Ashes of 1.20 ± 0.13 M.y. were registered, relating to the time of macroinvertebrates such as *Equus* sp., *Rhynchotherium* and *Camelops*.

Key words: graben, Pleistocene, planktonic, periphytic, phase, diatoms.

Introducción

Los sistemas lacustres son cápsulas del tiempo que proporcionan valiosa información de la historia biológica y geológica de la Tierra.

Las diatomeas son algas microscópicas que viven en distintos hábitats húmedos proliferando en grandes cantidades de mares, lagos y ríos. Ellas tienen preferencias, tolerancias y exigencias a las condiciones ambientales ya que su tiempo

de vida es menor a un mes. Por lo tanto, cuando se colectan como material fósil proporcionan una clara visión del medio en que proliferan. Últimamente han sido utilizadas para detectar cambios naturales sensibles y bruscos en los ambientes lacustres, así como actividad tectónica o volcánica, (Istrade, *et al.*, 1994).

En la región central de México, entre los paralelos 20° y 21° de latitud, las cuencas lacustres son numerosas y se formaron por tectonismo y procesos volcánicos asociados.

La investigación de paleoambientes en estas secuencias lacustres neógenas está poco desarrollada en México debido a que se han utilizado las diatomitas, que son abundantes en estas sucesiones, para procesos de tipo industrial desde la época colonial, dando lugar a la desaparición de parte o de afloramientos.

Cabe mencionar que las diatomitas han sido en muchas ocasiones asociadas a hallazgos de macroinvertebrados

Figura 1. Localización del área de estudio.



Figura 2. Evidencias de sismos con más de 6.0 grados Richter.



Figura 3. Exposición de afloramientos en la zona de muestreo de San Bartolo Lanzados.



fósiles que proveen un apoyo en la caracterización del ambiente de distintas regiones en México (Bradbury, 2000, Mercer *et al.*, 2003).

Además, este es el primer estudio que se realiza en esta zona, y aportará información valiosa sobre los procesos climáticos que existieron en esta región clave del centro de México. Debido a que los ambientes pleistocénicos se tiene una escasa evidencia en la zona de estudio, y es fundamental para conocer a partir del estudio de los sedimentos lacustres cuándo fueron algunos de los procesos que generaron las extinciones masivas de fauna en este periodo. Aunado a esto, se pretende estudiar la evolución en el centro del paleolago de Acambay, definiendo el paleoclima y paleoambiente de la región central de la cuenca.

En particular, el área analizada se localiza en el sector central del Cinturón Volcánico Mexicano (municipio de Atlacomulco, se encuentra limitado por los paralelos 19°52'3" de latitud Norte y 99°53'7" de longitud Oeste a una elevación de 2 450 msnm.) (figura 1). Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1988), teniendo condiciones muy secas en los meses de febrero a mayo.

1. Antecedentes

Con base en la revisión bibliográfica realizada se encuentra que las investigaciones efectuadas en el área de estudio, generalmente son de carácter geológico estructural y geomorfológico.

Debido a que la cuenca de Acambay y su entorno está situada en el límite Sur del Graben de Acambay y en ella se han desarrollado importantes sucesiones volcánicas de composición andesítica, basáltica y riolítica, sobresaliendo las morfologías asociadas a ignimbritas que emergieron a partir de las fallas. Estas fallas han producido sismicidad tanto prehistórica como histórica (Ramírez-Herrera, 1994, 1998; Aguirre, 1995; Aguirre *et al.*, 2000), siendo el último sismo registrado en el año de 1912. Evidencias de sismos cuaternarios están bien documentadas en las secuencias lacustres de San Bartolo Lanzados (figura 2). En particular, esta región no ha sido estudiada desde el punto de vista paleoambiental, caracterizándose solamente por la paleontología ya que se presentan abundantes restos de macroinvertebrados cuya edad abarca el Pleistoceno Tardío y Pleistoceno Temprano ya que han sido clasificados (Mercer *et al.*, 2003). De la región de Acambay existen sólo investigaciones de tipo estratigráfico-paleoambiental en los que se integran fluctuaciones de niveles lacustres (Mercer *et al.*, 2003) que se analizan con base en las sucesiones de diatomeas con los hallazgos de fauna y vulcanismo asociados.

2. Metodología

Se analizaron las imágenes de satélite y fotografías aéreas para definir la distribución de la cuenca eligiéndose los afloramientos de mayor potencia y de continuidad estratigráfica (figura 3).

Una vez definido el depocentro de la cuenca, se obtuvieron 100 muestras colectadas cada 5 cm, con el fin de tener la mayor representatividad de los cambios ambientales que se pueden generar a escalas de milímetros. Se tomaron aproximadamente 5 gramos de sedimento de cada muestra y se pesó una submuestra de 0.5 gramos que se trató con una solución de peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico con el fin de eliminar la materia orgánica y los carbonatos respectivamente. Después de sucesivos enjuagues con agua destilada y una vez alcanzado un pH neutro, se tomó una alícuota de 3 microlitros, la cual una vez seca se montó con una resina de alto índice de refracción Nafrax (1.7).

Se procedió sucesivamente a realizar el inventario taxonómico utilizando como base la bibliografía de K. Krammer, H. Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1990, 1991; Gasse, 1980; Camacho y López, 1995; Vilaclara, 1996; Cantoral, 1997; Santacruz, 1997; Caballero, *et al.*, 2000; Abarca, 2002, entre otras. Una vez obtenido el listado se procedió a realizar los conteos identificando al menos 300 valvas por muestra a través de un microscopio Olympus Bimax50. Los resultados se expresaron en porcentajes indicando el número de valvas de los sedimentos secos. Los resultados de los conteos de las especies se representaron gráficamente a través del programa Tilia.

Desde el punto de vista paleontológico, se definieron los estratos susceptibles a contener restos de invertebrados, éstos se registraron en la cima de la secuencia lacustre. Los fósiles encontrados fueron revestidos con una resina y sucesivamente fueron envueltos con una malla fina de algodón que fue recubierto por yeso para su sucesivo transporte y evitar su fragmentación.

Las cenizas que se observaron *in situ*, sobre todo aquellas que contenían restos paleontológicos, fueron colectadas para su fechamiento a través del método de trazas de fisión (zircón).

3. Resultados y discusión

3.1. Estratigrafía

Se registró una secuencia homogénea de sedimentos diatomíticos (Tierras Blancas) cuyos espesores alcanzan

los 10 metros, estos depósitos de alta pureza se intercalan hacia la cima con productos vulcano-clásticos cineríticas y epiclásticas en donde se descubrieron restos de vertebrados. La edad obtenida en las cenizas de la cima fue de 1.20 ± 0.13 M.a, indicando el final de la sedimentación lacustre. Sobre esta secuencia y en discordancia se descubrieron restos de vertebrados en la cima de la sucesión de “Tierras Blancas”, destacando por su importancia bioestratigráfica los equinos (*Equus simplicidens*), proboscidios (*Rhynchotherium*), y camélidos. Así como huellas de vertebrados diversos que han sido asignados al Plioceno Tardío-Pleistoceno Temprano (figura 4).

Figura 4. Columna estratigráfica de Tierras Blancas mostrando las diatomitas laminadas.

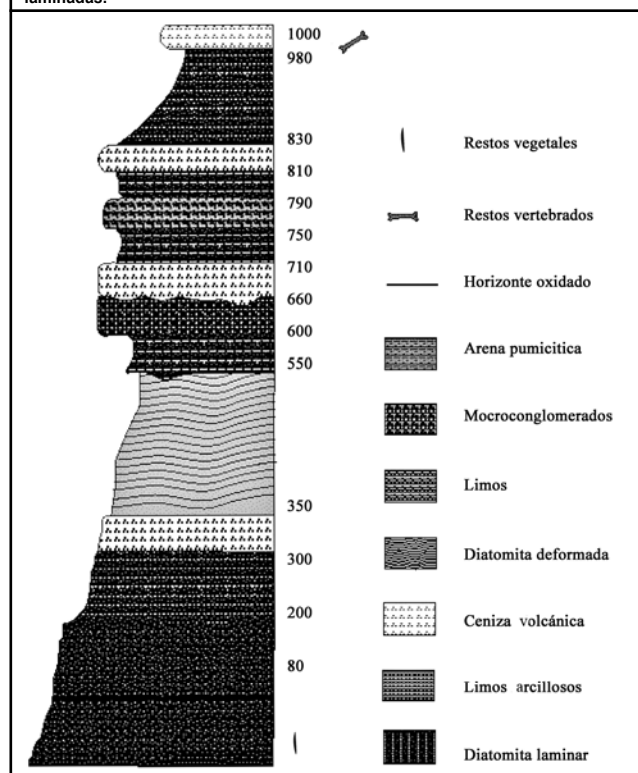


Tabla 1. Especies de diatomeas presentes en la columna estratigráfica de Tierras Blancas.

Dominantes	Subdominantes	Acompañantes	
<i>Stephanodiscus excentricus</i>	<i>Staurosira pinnata</i>	<i>Navicula clementis</i>	<i>S. astrae</i>
<i>S. niagarae</i>	<i>Gomphonema affine</i>	<i>N. cryptotenella</i>	<i>S. tenuis</i>
<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	<i>Staurosira capuchina</i>	<i>Ephitemia turgida</i>	<i>Cymatopleura elliptica</i> var. <i>hibernica</i>
<i>A. distans</i>	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	<i>Ephitemia adnata</i>	<i>G. parvulum</i>
<i>Aulacoseira ambigua</i>		<i>Rhoicosphenia curvata</i>	
<i>S. ulna</i>			
<i>Nitzschia palea</i>			

3.2. Distribución de las sucesiones de diatomitas

Se registraron 20 especies, de las cuales 6 presentaron abundancia mayor a 2%. Los taxa más característicos de la zona se enlistan en la tabla 1.

En el análisis de la figura 5 nos permite determinar tres grandes zonas en la sedimentación de diatomeas, como se muestra a continuación.

La zona 1 registró dominancia por las especies que conviven en aguas profundas (*Stephanodiscus excentricus*, *Stephanodiscus niagarae*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* y *Aulacoseira distans*) soportando aguas turbias con temperaturas frías y pHs alcalinos (mayor de 7).

En la zona 2 se aprecia un descenso de *Aulacoseira*. Las especies más características en este episodio son *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Navicula clementes* y *Stausosira pinnata*, indicando un descenso en el nivel lacustre y un pH mayor a 8 (alcalino) con aguas más tibias que la zona 1, como es el caso de *Nitzschia palea*. Siguen existiendo los taxa planctónicos que se alternan con perifíticos hasta alcanzar una dominancia de formas de aguas bajas en la cima.

Finalmente, en la zona 3 dominaron los géneros de aguas frías (*Stephanodiscus* y *Aulacoseira*) sin embargo las condiciones son menos turbias que la anterior secuencia. Se observa un descenso del nivel del lago ya que aumentan las formas de diámetro más pequeño, es decir *Stephanodiscus excentricus* (hasta 80%) descendiendo las formas indicadoras de aguas profundas (*Stephanodiscus niagarae*) hasta un 20%.

Cabe señalar que siempre dominaron en el paleolago las especies planctónicas en especial (*Stephanodiscus excentricus*) indicadora de aguas frías con un pH alcalino (Hakanson, et al., 1987) (figura 6).

Conclusiones

El lago se desarrolló en el Cuaternario Temprano manteniendo una profundidad estable, se sugiere que fue mayor a los 30 metros con base en la presencia de arcillas finas que

Figura 5. Comportamiento del nivel lacustre en el sector central de San Bartolo Lanzados con base en las diatomitas depositadas.

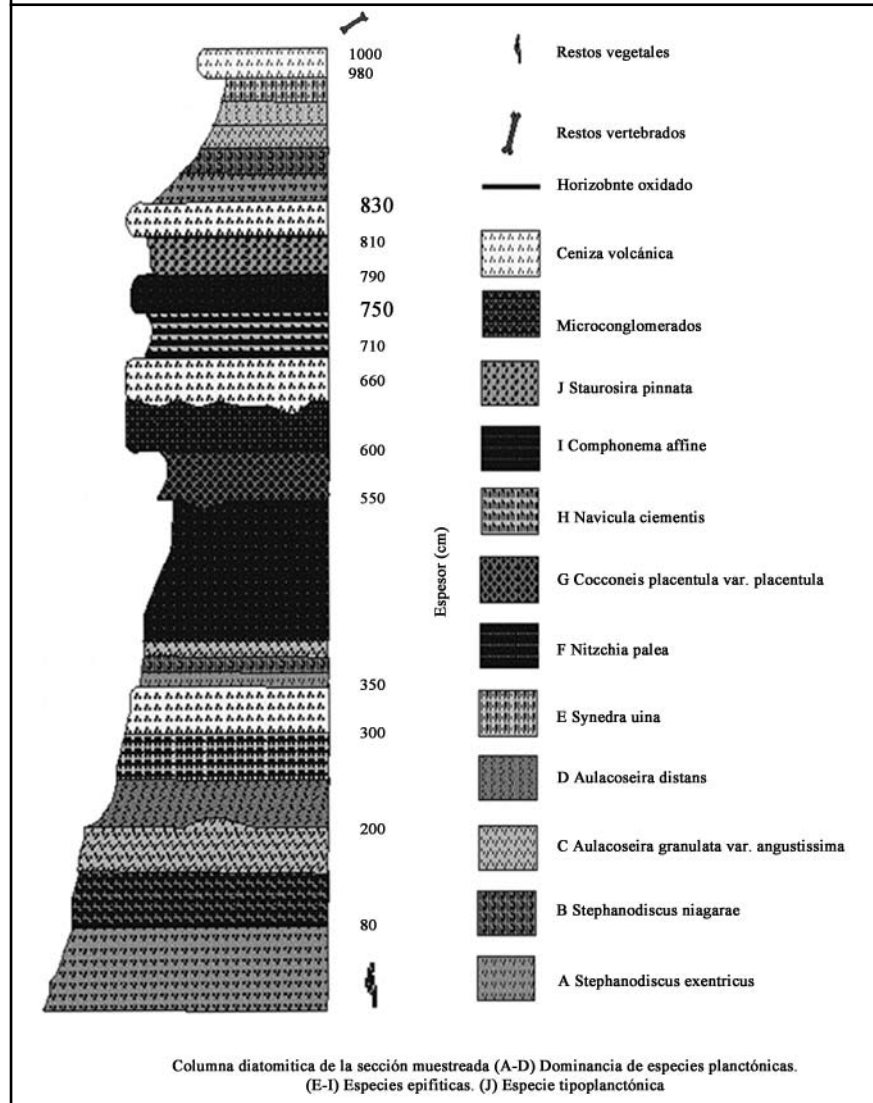
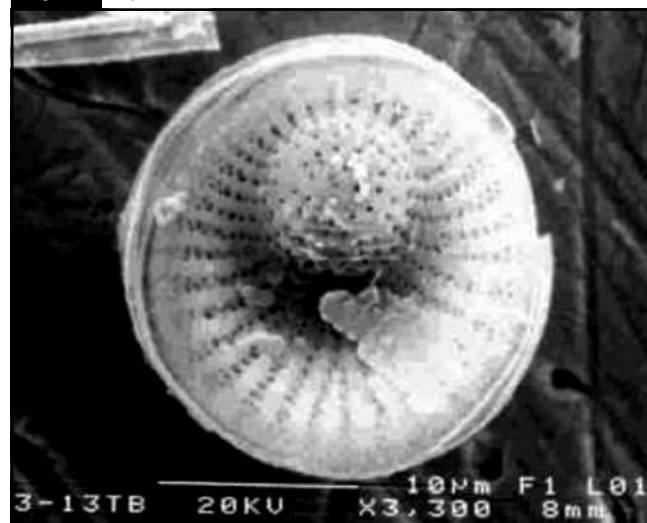


Figura 6. *Stephanodiscus excentricus*.



precipitaron como coloides, lo cual es consistente con los espesores y la constancia de formas de ambientes profundos (*Stephanodiscus niagarae* y *Aulacoseira granulata*). En particular, *Stephanodiscus niagarae* prefiere aguas profundas y bajas temperaturas (Bradbury, 2000). Comparando el registro pleistocénico de la región de Acambay con los depósitos similares en la edad de la cuenca de Pátzcuaro (Bradbury, 2000;

Israde *et al.*, 2000) y Zacapu (Ortega *et al.*, 2003), abundan formas que son de vida de aguas tendientes a profundas (sobre todo *Stephanodiscus*) y posteriormente el nivel del lago descendiéndose caracterizándose taxa de forma de vida perifítica o epifítica. Cabe señalar que en estos dos lagos las condiciones profundas duraron menos tiempo que en esta localidad de Tierras Blancas.



Bibliografía

- Abarca Mejía, N.C. (2002). "Fluctuaciones ambientales del lago de Pátzcuaro en el cuaternario y su relación con la evolución vulcano-tectónica". Tesis de Posgrado. U.M.S.N.H., pp. 131.
- Aguirre-Díaz, G.J. (1995). "La Toba Amealco y su correlación con la Formación Las Américas a través del Graben de Acambay, Estados de México, Michoacán y Querétaro, México", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 12, Núm. 1. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología, México, D.F.
- Aguirre-Díaz, G.J.; J. Urrutia-Fucugauchi y A.M. Soler-Arechalde F.W. McDowell (2000). Stratigraphy, K-Arages and Magnetostratigraphy of the Acambay Graben, Central Mexican Volcanic Belt. *Geological Society of America*. 334.
- Bradbury J.P. (2000). "Limnological of the Lago de Patzcuaro, Michoacan, Mexico for the past 48,000 years: Impacts of Climate and men", *Palaeogeography, palaeoclimatology and palaeoecology*. 163.
- Caballero M.; I. Israde y T. Ramírez (2000). *Stephanodiscus excentricus* from Central Mexico. 10th International Symposium. Atenas.
- Camacho A. y R. López (1995). "Estudio bioestratigráfico y paleoecológico de la zona paleolacustre del lago de Cuitzeo, Michoacán, México". Tesis Profesional. U.M.S.N.H.
- Cantoral Uriza, E.A. (1997). "Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la Huasteca Potosina". Tesis Doctoral. UNAM.
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. UNAM, México.
- Gasse, F. (1980). *Les Diatomées Lacustres Pliocènes du Gabe (Éthiopie) Systématique, Paléoécologie, Biostratigraphie*.
- Hakansson, H. y E.F. Stoermer (1987). *An Investigation of the Morphology and Taxonomy of Stephanodiscus excentricus HUSTEDT (Bacillariophyta)* Arch. Protistenkd, 134.
- INEGI. (1997). *Carta Topográfica*. E14A17.
- INEGI. (2001). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de México*.
- Israde *et al.* (1994). Estudio estratigráfico estructural de las depresiones lacustres de Chapala-Cuitzeo del cinturón volcánico mexicano, Sociedad Geológica Mexicana A.C., XII Convención Geológica Nacional.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot (1986). *Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 1* Gustav. Fischer Verlag Stuttgart. New York.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot (1988). *Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2* Gustav. Fischer Verlag Stuttgart. New York.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot (1990). *Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 3* Gustav. Fischer Verlag Stuttgart. New York.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot (1991). *Sübwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 1* Gustav. Fischer Verlag Stuttgart. New York.
- Landgridge R. M.; R. J. Weldon II; J. C. Moya y G. Suárez (2000). "Paleoseismology of the 1912 Acambay Earthquake and the Acambay-Tixmadejé Fault, Trans-Mexican Volcanic Belt" *Journal of Geophysical Research*. Vol. 105, Núm. B2.
- Mercer, L.; J. Kowallis Bart; O. Carranza Castañeda; E. Miller Wade; E. H. Christiansen; I. Israde Alcántara y L. Rojas Matthew (2003). *Pliocene-Pleistocene Sedimentation in the Southeastern Acambay Graben, Central Mexican Volcanic Belt*.
- Norato Cortez T.A. (1998). "Estudio Estratigráfico-Volcanológico-Estructural de los Volcanes San Pedro y Altamirano (Estados de México y Michoacán) y su relación con la Evolución Tectónica del Sector Central del Cinturón Volcánico Mexicano". Tesis Profesional. UNAM.
- Ramírez-Herrera M.T.; M.A. Summerfield y M. A. Ortiz-Pérez (1994). "Tectonic Geomorphology of the Acambay Graben", *Mexican Volcanic Belt. Z. Geomorphol.* N.F. 38.
- Ramírez-Herrera, M.T. (1998). *Geomorphic Assessment of Active Tectonics in the Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt. Earth Surface Processes and Landforms*. Vol. 23.
- Santacruz, R.A. (1997). "Estudio paleoecológico y bioestratigráfico de la región Oeste del paleolago de "Chincua", Michoacán, México". Tesis Profesional. U.M.S.N.H.
- Suter, M.; O. M. Quintero-Legarreta; M. López-Martínez; G. Aguirre-Díaz y E. Frar (1995). "The Acambay Graben: Active intra-arc extension in the Trans-Mexican Volcanic Belt", México. *Tectonics*, 14.