
EVIDENCIAS DEL IMPACTO ANTROPOGÉNICO EN EL PANTANO DE COBWEB, BELICE

EVIDENCES OF HUMAN IMPACT IN THE COBWEB SWAMP, BELIZE

F. RAÚL GÍO-ARGÁEZ* MARÍA LUISA
MACHAIN-CASTILLO* JAVIER A.
ALCALÁ-HERRERA** JOHN S. JACOB***
*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
UNAM. Apartado Postal 70-305. México
04510 D. F.
**Geological and Environmental Reserch
Group. 833 Graham Road College Station,
Texas 77845. Texas A&M Universiy
***TEEX Occupational & Environmental
Safety Training, Texas A&M University,
College Station, Texas 77843

RESUMEN

Se reconoce el impacto antropogénico causado por las prácticas agrícolas y de deforestación de la Cultura Maya y los cambios ocurridos en una secuencia sedimentaria de los últimos 8,000 años en el pantano Cobweb localizado al Sur de la Península de Yucatán, junto a la zona arqueológica de Colhu. Las determinaciones microfaunísticas (foraminíferos, ostrácodos y micromoluscos) e isótopos estables (carbón orgánico e inorgánico), y las dataciones de carbono-14, indican que los depósitos sedimentarios de hace 6,400 a 5,500 años, se suceden en un sistema lagunar con una salinidad aproximada de 18‰ (condiciones mesohalinas). La secuencia presenta un decremento continuo en la salinidad hacia la cima del núcleo, y alcanza condiciones dulceacuícolas en la parte superior. Los restos de polen del maíz sugieren que el impacto humano comenzó hace 3,000 años y terminó hace aproximadamente 1,000. Las condiciones limníticas son el resultado de la deforestación ocasionada por la actividad humana en el área de estudio.

ABSTRACT

Human impact and environmental changes are recognized in an 8,000 year sedimentary sequence from the Cobweb Swamp, South of the Yucatan Peninsula, next to the archaeological site Colhu was studied. The microfossils (foraminifers, ostracods and micromolluscs), carbonates and organic matter stable isotopes and carbon-14 analyses suggest that sediments deposited between 6,400 and 5,500 years ago occurred in a lagoonal environment with a salinity of 18‰. The microfossils in the upper part of the core, indicate a decrease in salinity up to limnetic conditions. The palynomorphs (*Zea mays*) suggest the presence of human activities 3,000 years ago and lasting for 2,000 years. The return to limnetic conditions is considered the result of deforestation due to a large population living in the Cobweb Swamp area.

Introducción

Los Mayas vivieron en la Península de Yucatán, México, Guatemala, Honduras, El Salvador y Belice. La cercanía de la zona arqueológica de Colhu al pantano de Cobweb y la concentración de poblaciones en el área durante el apogeo de la cultura Maya, han sido consideradas como factores que provocaron cambios en las condiciones ambientales, principalmente por la práctica agrícola y las obras de construcción (Sabloff, 1990).

El presente artículo describe los resultados obtenidos en los sedimentos del Pantano de Cobweb (Fig. 1) complemento de los trabajos publicados por Machain-Castillo *et al.*, 1992; Alcalá-Herrera *et al.*, 1994; Alcalá-Herrera *et al.*, 1995. El objetivo del proyecto "Pantano Cobweb" es el de reconocer los cambios ambientales

que ocurrieron en los últimos 8,000 años y determinar si estos, fueron ocasionados por factores naturales o por el impacto humano. Para alcanzar estos objetivos, fueron realizados análisis de carbono-13 ($d^{13}C$) y oxígeno-18 ($d^{18}O$) en carbonatos y carbono-13 ($d^{13}C$) en materia orgánica. De igual manera para identificar los cambios ambientales se efectuó el estudio de la microfauna (foraminíferos, ostrácodos y moluscos). Los resultados de otros estudios, como los de polen, son incorporados con el fin de tener una visión integral de los cambios ambientales.

Los estudios referentes a la composición isotópica, distribución y diversidad de especies aportan información para reconocer los ambientes dulceacuícolas, salobres, marinos y sus variaciones a través del tiempo (Abell, 1985, Oberhänsli y Allen, 1987).

Los pantanos son ambientes de transición en los cuales existe un amplio rango de salinidades. Este tipo de ecosistemas son característicos a lo largo de las costas del Caribe en el Sur de Quintana Roo, México, Guatemala, Honduras y Belice (Fig 2). El pantano Cobweb se localiza al Norte de Belice, aproximadamente a 20 km del Mar Caribe, sobre una planicie prácticamente sin pendiente (Fig. 2). En el área predomina el clima tropical y precipitación mayor a los 1,500 mm. El pantano está influenciado por el aporte de agua de los ríos López y Rancho, con los cuales se forma un cuerpo de agua semicerrado (Johnson, 1983).

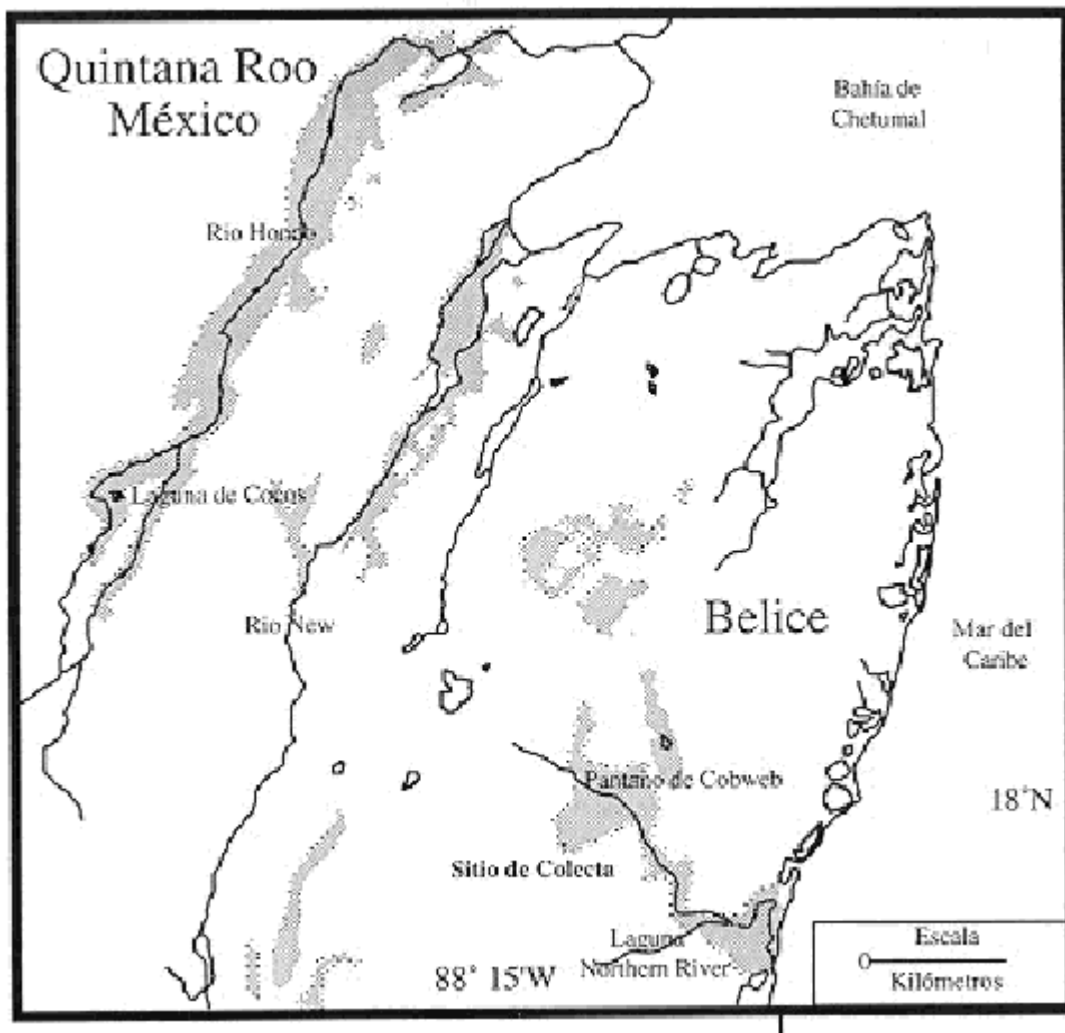


Figura1. Localización del area de estudio.

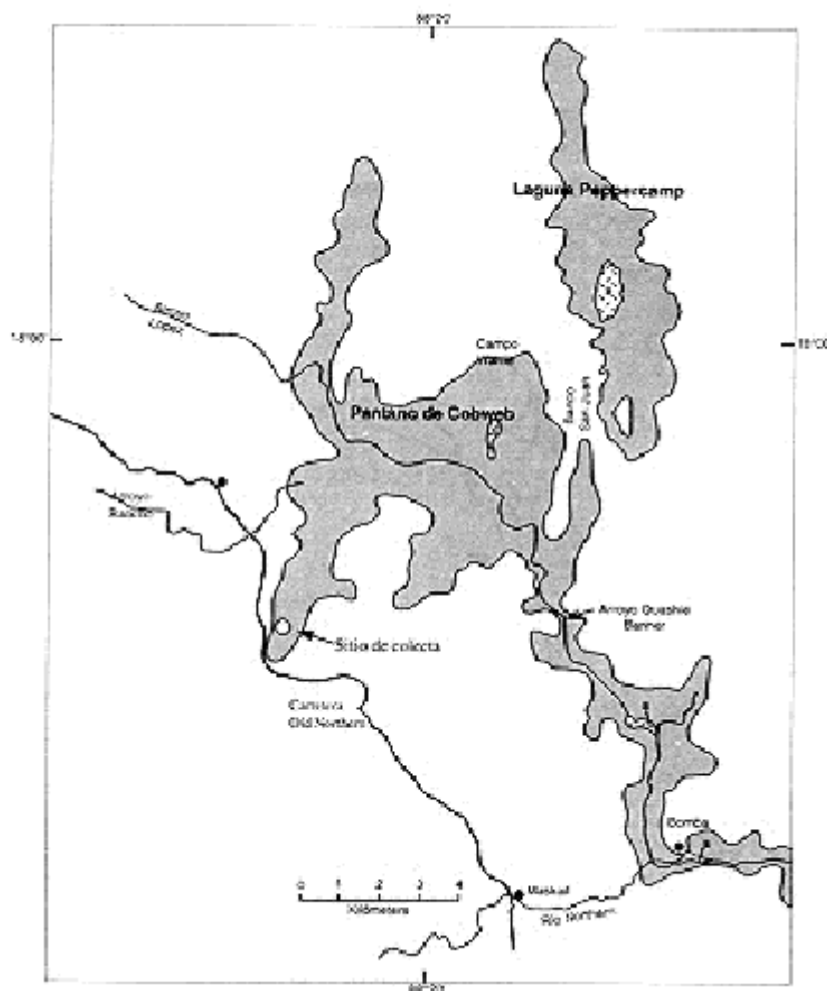


Figura 2. Localización del sitio de colecta en el Pantano de Cobweb.

Material y Métodos

Los sedimentos del Pantano Cobweb fueron recuperados utilizando un nucleador de tipo "vibrador". De los diez núcleos que se colectaron sobre un transecto que va desde la villa del pantano hasta el centro de éste, fue seleccionada para su estudio una secuencia de las más largas (poco más de 5 m). Fueron tomadas las precauciones necesarias para evitar la contaminación de las muestras, por lo que los análisis geoquímicos y micropaleontológicos se realizaron únicamente de la parte central de la columna.

Los microorganismos fueron recuperados del sedimento utilizando la técnica de Newman (1967), por el personal del Laboratorio de Micropaleontología del ICMYL. Las determinaciones taxonómicas se corroboraron con las colecciones de referencia.

Los análisis de isótopos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Isótopos Estables en el Geochemical and Environmental Research Group, Texas A&M University. Se realizaron los estudios de $d^{13}C$ en la materia orgánica y de $d^{13}C$ y $d^{18}O$ en los carbonatos, utilizando técnicas convencionales descritas en Alcalá-Herrera *et al.* (1995). En los resultados de $d^{18}O$ la desviación estándar es de $\pm 0.1\%$ y de $\pm 0.5\%$ para $d^{13}C$.

Resultados

LITOLOGÍA

La sección estratigráfica de aproximadamente 5 m de sedimentos fue recolectada en el flanco Este del Pantano de Cobweb (Fig 3). Litológicamente consiste de una serie alternante de capas de marga de color claro y de turba orgánica, oscura no calcárea, que descansa sobre una base de arcilla altamente consolidada. Los estratos son fáciles de diferenciar por el color, litología y contenido faunístico.

La marga es de color café verdoso, contiene de 80 a 90 % de CaCO_3 , se diferencia en marga superior e inferior. La microestructura carbonatada en la sección se considera que fue precipitada por cianobacterias (Jacob, 1992) lo cual indica depositación *in situ*. La naturaleza autóctona de estos sedimentos se corrobora por la abundancia de foraminíferos, y con poblaciones de ostrácodos conformadas por caparzones de adultos y juveniles, y la buena preservación de formas frágiles de gasterópodos. Los sedimentos orgánicos (turba inferior y superior) van de color pardo a café oscuro. La ausencia de carbonatos contrasta con la abundancia de polen en las muestras de estos horizontes.

Los sedimentos del pantano Cobweb contienen abundantes foraminíferos, ostrácodos y moluscos (Tabla 1) y granos de polen (Jones, 1991). La presencia de la microfauna y del polen han sido de utilidad para distinguir los cambios ambientales de los últimos 8,000 años.

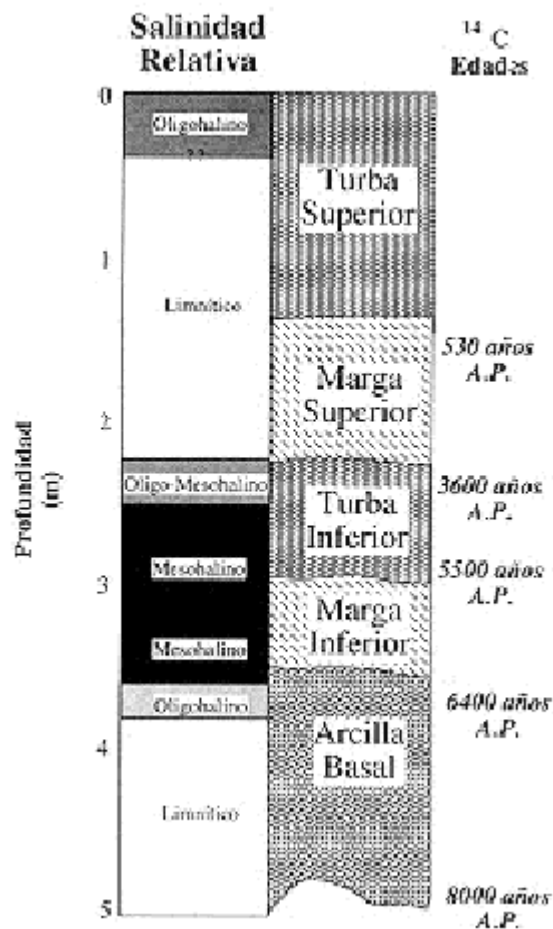


Figura 3. Sección estratigráfica incluye cambios en la salinidad relativa, litología y edades en años, obtenidos por

medio de Carbón-14. La salinidad relativa se asigna de la siguiente manera: negro=mesohalino; gris claro=oligohalino; blanco=limnítico. Los colores intermedios designan combinación. Las edades han sido corregidas con respecto a carbonatos y carbón-14 ambiental. Los valores sin corregir, el laboratorio y el número de análisis pueden verse en Alcalá-Herrera *et al.* (1995).

Foraminíferos	Ostrácodos	Moluscos
<i>Elphidium</i> sp <i>Ammonia beccarii</i> <i>Quinqueloculina</i> sp	<i>Cyprideis ovata</i> <i>Xestoleberis</i> sp <i>Candona annae</i> <i>Limnocythere floridensis</i> <i>Perissocytheridea cribosa</i> <i>Cytheridella alosa</i>	<i>Cerithidea costata</i> <i>Pomacea flagellata</i> <i>Conchliopina infundibulum</i> <i>Pyrgophorus coronatus</i> <i>Stenophysa spiculata</i> <i>Biomphalaria havanensis</i> <i>Hawaiiia minuscula</i> <i>Mytilopsis domingensis</i> <i>Cyrenoida</i> sp

Foraminíferos

Se recuperaron los foraminíferos: *Ammonia beccarii*, *Elphidium* sp y *Quinqueloculina* sp. Aunque no son muy abundantes, su presencia en la marga inferior indica condiciones de agua mesohalina (Gasse *et al.*, 1987). *A. beccarii* y *Elphidium* sp han sido reconocidos en ambientes mesohalinos y eurihalinos (Boersma, 1978). Organismos de *Quinqueloculina* son relativamente abundantes en la parte inferior de la sección. Se ha reportado una relación entre *Quinqueloculina* y *Triloculina* considerando a la primera como una forma inmadura de la segunda (Wantlan, 1975) en respuesta a condiciones poco estables (Loblich y Tappan, 1964).

Ostrácodos

La asociación de ostrácodos no es muy diversa lo cual es característico de aguas salobres (Carbonel, 1988). Este grupo está presente solo en las margas, principalmente en la marga inferior. Se determinaron 7 especies: *Cyprideis ovata*, *Xestoleberis* sp, *Candona annae*, *Limnocythere floridensis*, *Perissocytheridea cribosa*, *Cypridopsis vidua* y *Cytheridella alosa* (Tabla 2).

Litología	Prof (cm)	*1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marga Superior	175			18.8	31.3	18.7		31.2			
	185	7.4		25.9	18.5	37.0		11.3			
	195	7.7		19.2	30.8	34.6		7.7			
	204	11.4		27.3	13.6	47.7					
	216	32.5	9.0	27.0	4.5	27.0					
Turba Superior	224	60.6	21.0	7.0		4.3	7.0				
	277	9.7		19.4			71.0		x		
	282	42.5	1.4	21.8			34.3		x	x	x
	297	49.3	1.5	16.4			32.8		x		
Marga Superior	300	62.5	26.8	1.8			8.9		x	x	x
	312	48.5	49.5	2.0					x		x
	327	31.2	68.8						x	x	x

*1. *Cyprideis ovata* (nodosa); 2. *Cyprideis ovata* (lisa); 3. *Xestoleberis* sp; 4. *Candona annae*; 5. *Limnocythere floridensis*; 6. *Perissocytheridea cribosa*; 7. *Cytheridella alosa*; 8. *Elphidium* sp; 9. *Ammonia beccarii*; 10. *Quinqueloculina* sp

La especie *Cyprideis ovata* es la más abundante con más del 50% en las muestras (de la 19 a la 16). Ha sido reportada viva en aguas con alta concentración de salinidad, incluyendo ambientes marinos (Sanger, 1982). Existen dos morfotipos, la forma "lisa" y la "nodosa". La proporción de ambas formas es de importancia ambiental en el género *Cyprideis* (Sandberg, 1964). Las formas "nodosas" viven predominantemente en zonas con condiciones salobres o marinas. Esta variedad predomina en las muestras de la marga inferior indicando una mayor salinidad con respecto a la parte superior de la sección. Las formas de *C. ovata* "lisas" dominan la cima de la sección con otras especies características de condiciones dulceacuícolas.

La especie *Perissocytheridea cribosa* se ha reportado en sedimentos mesohalinos y aunque vive en ambientes de condiciones dulceacuícolas a euhalinas, domina en ambientes mesohalinos (Keyser, 1977). *P. cribosa* aparece por primera vez en la marga inferior, disminuyendo rápidamente, hasta desaparecer en la turba inferior.

En la turba inferior organismos de *Limnocythere floridensis* aparecen por primera vez lo que sugiere un decremento en la salinidad. *L. floridensis* es muy abundante en agua oligohalina y limnítica, aunque puede tolerar agua mesohalina. Ocurre algo similar en el rango de tolerancia de *Candona annae*, aunque se adapta más a ambientes poco salinos (Keyser, 1975). Durante la depositación de la marga superior la presencia de *Cytheridella alosa* sugiere condiciones limníticas (Keyser, 1975).

Individuos de *Xestoleberis* sp se encuentra en todas las muestras, lo que implica que esta especie puede adaptarse a varios ambientes.

Moluscos

De las nueve especies de micromoluscos determinadas dos son bivalvos y siete gasterópodos (Tabla 3). La especie más abundante es el gasterópodo *Pygrophorus coronatus* (90.5%), reportada en sedimentos recientes de Texas a Venezuela, principalmente en lagos permanentes. Se reconocen dos variedades de *P. coronatus*, la "espinosa" y la "lisa", de la segunda su abundancia es mayor en la base de la sección disminuyendo en la cima, mientras que el comportamiento de la variedad "espinosa" es inverso (Covich, 1976). Bradbury *et al.* (1990) sugiere que las formas "lisas" son más frecuentes en la interfase salobre de los estuarios, en contraste al tipo "espinoso" que domina en los lagos.

El resto de las especies se encuentran en bajos porcentajes y presentan menor tolerancia a las variaciones de salinidad.

El falso mejillón *Mytilopsis domingensis* vive en condiciones salobres (Warmke y Abbott, 1961), encontrándose en la marga inferior y la turba superior. *Pomacea flagellata* es característica de agua dulce y *Conchliopina infundibulum* vive principalmente en condiciones limníticas, pero ha sido reportada también para ambientes oligohalinos (Goodrich y van der Schalie, 1937).

Litología	Prof (cm)	Especie (%)									abundancia
		*1	2	3	4	5	6	7	8	9	
MARGA SUPERIOR	153		1.9	1.9	88.7		7.5				53
	185			2.1	94.3	0.7	2.8				283
	216				98.4		1.1			0.6	366
TURBA INFERIOR	258				92.7	10	1.0		5.2		96
	277				93.5		0.8		5.7		123

	287				96.3				3.7		108
MARGA INFERIOR	300				95.4				4.6		131
	327	0.1		12.5	87.0				0.5		1936
ARCILLA BASAL	339			11.5	87.8				0.7		584
	365		0.2	0.8	98.5		0.5	0.2			663
	405				96.8		3.2				348
	445				100.0						2

*1. *Cerithidea costata*; 2. *Pomacea flagellata*; 3. *Cochliopina infundibulum*; 4. *Pyrgophorus coronatus*; 5. *Stenophysa spiculata*; 6. *Biomphalaria havanensis*; 7. *Hawaiiia minuscula*; 8. *Mytilopsis domingensis*; 9. *Cyrenoida sp.*

Isótopos

El análisis de $d^{18}\text{O}$ y $d^{13}\text{C}$ para el carbono inorgánico total se realizó en los estratos calcáreos (Tabla 4). Los valores $d^{18}\text{O}$ fueron altos en la parte inferior de la arcilla basal, decreciendo hacia la cima, mientras que los valores de $d^{13}\text{C}$ varían a través de la secuencia.

Las muestras del estrato arcilloso tienen valores de $d^{18}\text{O}$ de - 0.03 ‰. Desde la marga inferior, que corresponde al estrato calcáreo, los datos $d^{18}\text{O}$ decrecen a -1.32‰. La cima de la sección (marga superior) tiene valores de $d^{18}\text{O}$ en el rango de - 3.31‰ a - 4.44‰. Los cambios de $d^{18}\text{O}$ se observan como resultado de la historia geológica del lugar y se discutirán más adelante.

Los valores $d^{13}\text{C}$ de los carbonatos no se comportan de la misma manera que los valores de $d^{18}\text{O}$. Los resultados obtenidos de $d^{13}\text{C}$ de la materia orgánica se presentan en la figura 4. Estos valores revelan cuatro ciclos bien definidos: 1) La Arcilla Basal tiene valores de cerca de -22.0‰ disminuyendo hasta -27.2 ‰ y posteriormente aumentando hasta aproximadamente -23.0 ‰; 2) La marga inferior tiene valores cercanos a -23.5‰; 3) Los resultados obtenidos en la turba inferior y la parte inferior de la marga superior son en promedio de -26.7 ‰, y 4) La marga superior y la turba superior reportan valores cercanos a los -28.0‰. Según Alcalá-Herrera, *et. al.*, (1995) estas variaciones en $d^{13}\text{C}$ se interpretan como cambios ambientales, los cuales se discutirán posteriormente.

Profundidad (m)	$d^{13}\text{C}$ (‰)	$d^{18}\text{O}$ (‰)	Profundidad (m)	$d^{13}\text{C}$ (‰)	$d^{18}\text{O}$ (‰)
153	-3.85	-4.44	277	-6.35	-2.43
163	-3.19	-3.92	282	-4.39	-2.66
175	-3.11	-3.74	297	-5.56	-3.09
185	-2.77	-3.55	300	-3.50	-1.32
198	-2.54	-3.78	312	-3.36	-1.34
204	-2.12	-3.67	327	-4.34	-0.89
216	-1.55	-3.49	365	-6.62	-0.03
224	-1.61	-3.31			

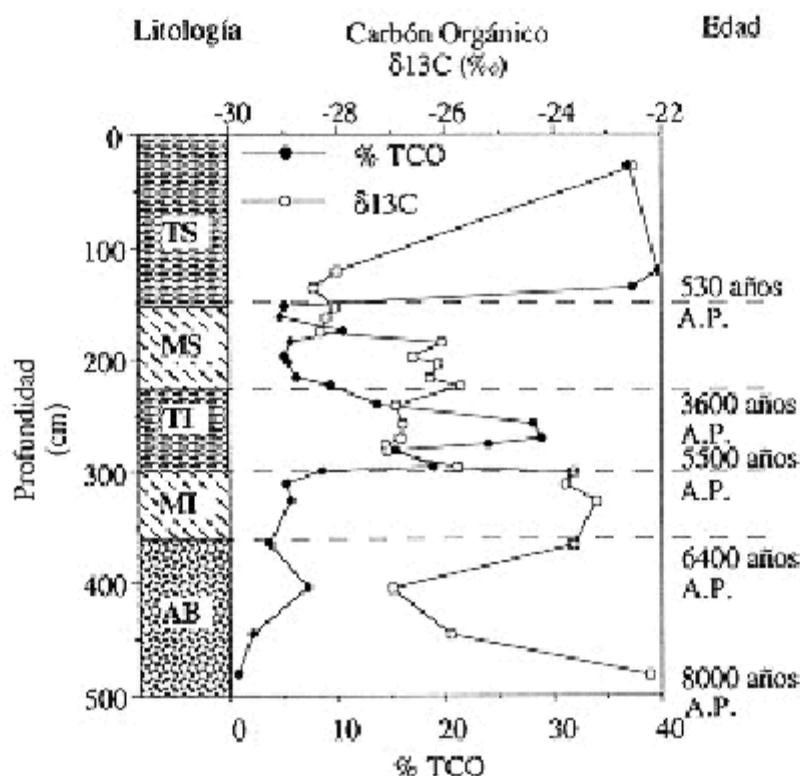


Figura 4. $\delta^{13}\text{C}$ del carbono orgánico y carbono inorgánico total (TOC).

Discusión

Los resultados de las especies encontradas de foraminíferos, ostrácodos, moluscos y los de isótopos estables sugieren cambios en las condiciones ambientales del pantano Cobweb, de dulceacuícolas a salobres y posteriormente regreso a dulceacuícolas. La parte inferior de la arcilla basal no presenta organismos y fue considerada por Jacob (1992) de carácter dulceacuícola o quizás terrestre, la presencia de gasterópodos limnícolas en la parte media de ese estrato, indica sedimentos de ambientes dulceacuícolas. Lo anterior se apoya por la presencia de polen de *Cyperaceae* y *Typha* spp (Jones, 1991); y en los valores isotópicos de la arcilla basal, que representan condiciones dulceacuícolas o probablemente terrestres con suficiente aporte de agua dulce (por alta precipitación?) (Alcalá-Herrera *et al.*, 1995).

En la parte superior de la arcilla basal las condiciones comienzan a cambiar a oligohalinas de acuerdo con la presencia de los moluscos, la disminución de polen de *Typha* spp y *Cyperaceae* y el aumento del grupo de las *Combretaceae*.

La marga inferior se depositó en condiciones mesohalinas. La aparición de foraminíferos y ostrácodos (e.g. *Perissocytheridea cribosa*) sugiere condiciones salobres. Esto también se observa en la composición isotópica del carbono (-23.5‰) en la cual se obtuvieron los valores más positivos de toda la columna estratigráfica. Estos valores son el reflejo de la influencia marina (con $\delta^{13}\text{C}$ en promedio de -20.0 ‰) en combinación con materia orgánica típica de plantas de tipo C3 (-28.0 ‰), vegetación característica de pantanos o terrestre.

La relación de $\delta^{13}\text{C}/\delta^{18}\text{O}$ en los carbonatos ha sido utilizada para hacer interpretaciones del carácter cerrado o abierto en paleolagos por Talbot (1990). De acuerdo con este autor los índices mayores de 0.75 pertenecen a lagos cerrados, mientras que datos menores corresponden a lagos abiertos. Siguiendo este criterio, los sedimentos

pertenecientes a la marga inferior del Pantano de Cobweb corresponden a una cuenca cerrada con poca comunicación, (Fig. 5; $r=0.871$). La influencia marina en este estrato probablemente fue esporádica, tal vez provocada por huracanes o tormentas, lo que en combinación con las condiciones ambientales permitió el desarrollo de un conjunto faunístico característico.

Por otro lado los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ para la marga superior presentados en la figura 5 corresponden a una cuenca semiabierta como lo indica el bajo índice de correlación ($r=0.677$). Esto sugiere la desembocadura de un río en Cobweb. La deforestación ocurrida en el área de estudio, ayudó muy probablemente al carácter dulceacuícola de Cobweb mediante la formación de ríos y/o riachuelos.

En el Holoceno ocurrió una transgresión a nivel mundial, que ha sido estudiada en sedimentos del Mar Caribe por Lighty *et al.* (1982) y Fairbanks (1989) entre otros. Por otro lado Dunn y Mazzullo (1993) en un estudio de Ambergris Caye, Belice, indican que el aumento más rápido del nivel del mar ocurrió desde el máximo del glaciar (15,000 años) hasta hace aproximadamente 5,000 años, con un posterior decremento. Como lo sugiere la microfaua, en la localidad de estudio se puede reconocer la transgresión por el cambio de ambiente de limnítico a mesohalino. Las condiciones mesohalinas se mantuvieron durante la depositación de la turba inferior como lo testifica la abundancia de *Rizophora mangle*, foraminíferos, y ostrácodos característicos de aguas salobres.

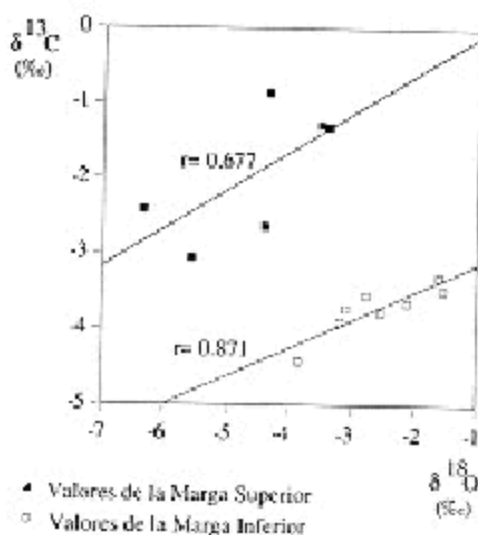


Figura 5. Relación del $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ de los carbonatos

Posteriormente desde la parte media de la turba inferior se muestra un decremento en la salinidad, lo que indica que el ambiente mesohalino cambió a meso-oligohalino y finalmente a dulceacuícola. Esto se confirma por la disminución en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ orgánico, la presencia por primera vez de *Limnocythere floridensis* y la ausencia de foraminíferos en la cima de la sección. Este periodo pudo haber durado 3,000 años.

Existen varias formas de explicar el regreso de condiciones dulceacuícolas en el Pantano Cobweb, entre las que tenemos: la construcción de presas por los Mayas, regresiones y/o tectonismo. Aunque estas teorías pueden ser factibles, no parecen estar apoyadas por las evidencias proporcionadas por el registro faunístico e isotópico. Por otro lado, López-Ramos (1979) reporta que la región de Quintana Roo, Belice y la Península de Yucatán en general, no estuvo expuesta a procesos de subducción o tectonismo en el Holoceno.

De las teorías propuestas que pueden explicar el retorno a las condiciones dulceacuícolas en el área, consideramos que la deforestación fue la que tuvo mayor impacto en las condiciones del ambiente de depósito en el Pantano de Cobweb, modificando drásticamente los patrones de evapotranspiración, aumentando el escurrimiento de agua hacia las zonas bajas y la altura del manto freático. La historia registrada indica que la presencia de

asentamientos humanos hace aproximadamente 3,600 años Antes del Presente (A.P.) en el área de estudio, tuvo un impacto ecológico. Se sabe que los Mayas vivieron en el área del pantano Cobweb alrededor de los años 2,000 A. P. y sus predecesores aproximadamente 3,000 años A. P. evidenciado por la primera ocurrencia de polen de la planta de maíz en sedimentos del área (Jones, 1991). Durante los siguientes 2,000 años se presentó el máximo desarrollo agrícola y la construcción de grandes campos de cultivos y drenajes que alteraron las condiciones naturales del pantano.

Por otra parte el aumento en el nivel del mar durante la transgresión del Holoceno pudo haber sido contrarrestada por el impacto que los Mayas han tenido en el área de estudio. Dunn y Mazzullo (1993) sugieren que durante los últimos 3,000 años el nivel del mar en el área de la costa de Belice ha aumentado aproximadamente sólo 30 cm.

Muestras provenientes de la Laguna de Cocos en Belice que incluyen aproximadamente los últimos 5,000 años y en las cuales fueron estudiados los microorganismos (Bradbury *et al.*, 1990), muestran semejanzas en las variaciones ambientales que se han identificado en el Pantano Cobweb. Esto es, cambios de condiciones salobres a dulceacuícolas desde hace 5,000 años, lo cual sugiere que cualquier explicación que se utilice en la interpretación de los cambios aquí observados debe ser considerada de carácter regional y no solo local.

Además de los estudios realizados en el área del Norte de Belice y Sur de México se necesita realizar colectas en otras localidades, para poder discutir los resultados de manera más amplia y alcanzar conclusiones globales. Estos trabajos nos darían respuesta a los cambios ambientales y su extensión geográfica. De esa manera se podrán precisar las variaciones ocurridas durante los últimos 10,000 años, el efecto que los Mayas tuvieron en el ecosistema y evidenciar los trastornos que se ocasionan por la destrucción de la selva y el tiempo que tardaría en recuperarse.

Conclusiones

Se estudió una secuencia sedimentaria del Pantano de Cobweb, Belice para reconocer los cambios ambientales ocurridos en los últimos 8,000 años. Esto se hizo por medio del análisis de isótopos estables (carbón y oxígeno) y de microorganismos como foraminíferos, ostrácodos, moluscos y el polen.

Los resultados obtenidos indican un cambio en las condiciones ambientales de dulceacuícolas (terrestres?) a oligohalinas y posteriormente a mesohalinas. Este cambio en las condiciones ambientales se observó desde la arcilla basal a la marga inferior.

Los datos de la turba inferior muestran que se presentó un ambiente menos salobre de tipo meso-oligohalino. En contraste, la marga superior representa un ambiente limnítico.

El cambio de las condiciones limníticas (terrestres?) a condiciones salobres son el resultado de la transgresión que ocurrió durante el Holoceno (Lighty *et al.*, 1982; Fairbanks, 1989). Sin embargo, el regreso a condiciones dulceacuícolas puede ser atribuido al impacto humano en el área durante aproximadamente los últimos 3,000 años A. P. La influencia de los Mayas en el área de Cobweb hace aproximadamente 2,000 años A. P. y de sus predecesores 1,000 años antes es evidente, como lo muestra el registro de polen de maíz (*Zea mays*).

Esto indica que las prácticas de irrigación y construcción pudieron influir en el cambio de las condiciones geomorfológicas, y fisicoquímicas de un cuerpo de agua con influencia marina esporádica a un lago semicerrado comunicado por ríos y/o riachuelos aumentados por el incremento en escurrimiento de las zonas taladas aledañas y la elevación en el manto freático. Por lo tanto se considera que la población Maya en este corto tiempo fue la causa de estos cambios, y que la deforestación, consecuencia de las prácticas agrícolas, alteró los procesos de sedimentación y el ecosistema en general. El estudio de estos cambios ambientales producto de la actividad humana pueden servir para comprender los drásticos efectos que en la actualidad se ocasionan a la selva y el tiempo de su posible recuperación.

Agradecimientos

A Arturo Contreras-Barrera y a Ricardo Rangel Balmaceda por su colaboración en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ABELL, P. I., 1985. Oxygen isotope ratios in modern African gasteropod shell: a data base for paleoclimatology. *Chem. Geol.* 58, 3-193.
- ALCALÁ-HERRERA, J. A., J. S. JACOB, M. L. MACHAIN-CASTILLO Y R. W. NECK, 1994. Holoceno paleosalinity in a Maya wetland, Belize, as inferred from the microfaunal assemblage. *Quaternary Res.* 41: 121-130
- ALCALÁ-HERRERA, J. A., J. S. JACOB, M. L. MACHAIN-CASTILLO, B. GARCÍA-ROMERO Y F. R. GÍO-ARGÁEZ, 1995. Holoceno $d^{13}C$ Organic matter and Polen Assemblages at Cobweb Swamp, Belize, Org. Geochem. (Sometido).
- BOERSMA, A., 1978. Foraminifera. p. 19-79. *In* Haq, B. U. and A. Boersma (Eds.), *Introduction to Marine Micropaleontology*.
- BRADBURY, J. P., R. M. FORESTER, W. A. BRYANT Y A. P. COVICH, 1990. Paleolimnology of Laguna de Cocos, Albion Island, Rio Hondo, Belize, p. 119-154. *In*: *Ancient Maya wetland agriculture*. Pohl, M. D. (Ed.). Westview Special Studies in Archaeological Research.
- CARBONEL, P., 1988. Ostracod and the transition between fresh and saline waters, p. 157-176. *In*: Deckker, P. D., Colin, J. P. y Peypouquet, J. P. (Eds.) *Ostracoda in the Earth Sciences*, Elsevier.
- COVICH, A. P., 1976. Recent changes in molluscan species diversity of a large tropical lake, (Lago de Peten, Guatemala). *Limnology and Oceanography* 21: 51-59
- DUNN, R. G. y S. J. MAZZULLO, 1993. Holoceno paleocoastal reconstruction and its relationship to Marco Gonzales, Ambergris Caye, Belize, *Jour. Fiel. Archaeol.*, 20: 121-131.
- FAIRBANKS, R. G., 1989. A 1700 year glacio-eustatic sea level record. Influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342: 637-642.
- GASSE, F., J. C. FONTES, J. C. PLAZIAT, P. CARBONEL, I. KACZMARSKA, P. DECKKER, I. DE SOULIÉ-MARSCHÉL, y CALLOT Y P. A. DUPEUBLE, 1987. Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene Lakes from north Sahara. *Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Paleoecol*, 60: 1-46.
- GOODRICH, C. y VAN DER SCHALIE, 1937. Mollusca of Petén and North Alta Vera Paz, Guatemala. University of Michigan Museum of Zoology, *Miscellaneous Publications*, 34: 1-50.
- JACOB, J. S., 1992. The agroecological evolution of Cobweb Swamp, Belize. Ph D. Dissertation, Texas A&M University: 1-223.
- JOHNSON, W. C., 1983. The physical setting: Northern Belize and Pulltrouser Swamp, p.8-20. *In*: Turner II, B. L. and Harrison, P. D. (Editors), *Pulltrouser Swamp*, University of Texas Press.
- JONES, J. G. 1991. Pollen evidence of prehistorical forest modification and Maya cultivation in Belize. Ph. D. Dissertation, Texas A&M University: 1 -29.
- KEYSER, D., 1975. Ostracodes of the mangroves of south Florida, Their ecology and biology. *Bull. Amer. Paleont.* 65(282): 489-499.
- KEYSER, D., 1977. Ecology and Zoogeography of recent brackish-water Ostracoda (Crustacea) from south-west Florida, p.207-222. *In*: Löffler, H. and Danielopol, D. (Eds.). *Aspects of ecology and Zoogeography of recent and fossil Ostracoda*, Proceedings of the 6th International Symposium on Ostracods, Saalfelden (Salzburg), Junk Publishers, The Hague.
- LIGHTY, R. G., I. G. MACINTYE y R. STUCKENRATH, 1982. *Acropora palmata* reef framework: A reliable indicator of sea level in the western Atlantic for the past 10,000 years. *Coral Reef*, 1: 1 25- 130.
- LOBLICH, A. R. y H. TAPPAN, 1964. Sarcodina, chiefly Thecamoebians and Foraminiferids, *In*: Moore, R. C. (Ed.). *Treatise on invertebrate Paleontology*, Part C, Vols. 1-2 Geological Society of America, New York.

- LÓPEZ-RAMOS, E., 1979. Geología de México, Tomo III, Edición México. 445 p.
- MACHAIN-CASTILLO M. L., F. R. GÍO-ARGÁEZ, J. A. ALCALÁ-HERRERA y J. S. JACOB, 1992. Ostrácodos del Holoceno del Norte de Belice y su interpretación paleoambiental. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 43: 87-94.
- NEWMAN, M., 1967. Manuel de Micropaleontologie des foraminiferes Gaut jier-Villars, Paris. 297 p.
- OBERHÄNSLI; H. y P. ALLEN, 1987. Stable isotopic signatures of Tertiary lake carbonates, eastern Ebro Basin, Spain, Palaogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol, 60: 59-75
- SABLOFF, J. A., 1990. The new Archaeology and the ancient Maya. Sci. Am. Li: 193. New York.
- SANDBERG. P. A., 1964. The ostracod genus *Cyprideis* in the Americas. Stockolm Contributions in Geology, 12:1-178.
- SANGER, D. B., 1982. The distribution of living and fossil Ostracoda and their use in the interpretation of the Post-Pleistocene history of Little Lake, San Salvador Island, Bahama. Ocasional Papers, San Salvador Station, San Salvador, Bahamas, N° 1.
- TALBOT, M. R., 1990. A review of the palaeohydrological interpretation of carbon and oxygen isotopic ratios in primary lacustrine carbonates. Chemical Geology (Isotope Geoscience Section), 80: 261-279.
- WANTLAND, K. F., 1975. Distribution of Holocene benthonic foraminifera on the Belize Shelf, p. 332-399. In: K. F. Watland and W. C. Pusey III (Eds.), Belize Shelf-carbonate sediments, clastic sediments, and ecology, Am. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, OK.
- WARMKE, G. y R. T. ABBOT, 1961. Caribbean Seashells. A Guide to marine Molluscs of Puerto Rico and Other West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys. Livingston, Naberth, PA.

Trabajo recibido el 28 – 05 – 94 y aceptado el 16 – 08 - 94