

Revista de Investigaciones Arqueométricas



Octubre 2015 Vol.2 No. 2
RIA15-0205-IV

Publicado en nombre del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México en colaboración con los Institutos de Investigaciones Antropológicas, Física y el Colegio de Michoacán

PRECISIÓN DEL EFECTO RESERVORIO PARA UN SITIO ARQUEOLÓGICO PREHISTÓRICO EN CHIAPAS A PARTIR DE MATERIALES CONTEMPORÁNEOS

Galia González Hernández, Laura Beramendi
Orosco, Guillermo Acosta Ochoa, Yesica
Berenice Martínez Becerril, Victor Hugo
Garcia Gomez y Jorge Ezra Cruz Palma

10 páginas 5 figuras 1 tabla

Revista de Investigaciones Arqueométricas puede ser vista y copiada desde
<http://www.geofisica.unam.mx/michoacan/ria/>
Sus contenidos pueden ser reproducidos siempre que sean citados
correctamente

Investigación



PRECISIÓN DEL EFECTO RESERVOIRIO PARA UN SITIO ARQUEOLÓGICO PREHISTÓRICO EN CHIAPAS A PARTIR DE MATERIALES CONTEMPORÁNEOS

Galia González Hernández¹, Laura Beramendi Orosco², Guillermo Acosta Ochoa³, Yesica Berenice Martínez Becerril⁴, Victor Hugo Garcia Gomez³ y Jorge Ezra Cruz Palma³

¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Autor para correspondencia: galia@geofisica.unam.mx

²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

³Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

⁴Universidad Veracruzana, Xalapa de Enríquez, Veracruz, México.

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto reservorio de radiocarbono (ΔR), determinado para el sitio arqueológico prehistórico Cueva Santa Marta en Chiapas a partir del análisis de pares de muestras de caracoles dulceacuícolas del género *Pachychilus* y de carbón asociado a los contextos estudiados, se procedió a obtener el ΔR contemporáneo para la zona analizando muestras de materiales contemporáneos que reflejan el equilibrio con el reservorio atmosférico y con el reservorio de agua dulce. Se colectaron muestras modernas de hojas de plantas anuales y de caracoles del género *Pachychilus* en dos sitios conocidos como El Retazo y Las Camelias en las cercanías de la Cueva Santa Marta.

Las muestras se analizaron por Espectrometría de Centelleo Líquido en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR) de la UNAM. En este trabajo se presentan las edades radiocarbónicas convencionales y los niveles actuales de C, a través del $F^{14}C$, $\Delta^{14}C$ y $\delta^{13}C$, obtenidos para los materiales contemporáneos analizados. La estimación del ΔR contemporáneo para los sitios muestreados permite evaluar la variabilidad en tiempo y espacio del ΔR arqueológico, obtenido para la Cueva Santa Marta, así como inferir los posibles factores geográficos, climáticos locales y globales, entre otros, que pudieron ocasionar estas fluctuaciones en la concentración del radiocarbono y por consiguiente variaciones de los valores del ΔR durante el periodo de transición Pleistoceno tardío-Holoceno temprano en la región de la Depresión Central de Chiapas.

Todo lo anterior con el objetivo de obtener un valor de ΔR lo más preciso posible que pueda ser utilizado para la corrección de edades radiocarbónicas sobre caracoles del género *Pachychilus* para la generación de cronologías de alta resolución no sólo para la Cueva de Santa Marta sino para otros sitios arqueológicos cercanos que están siendo objeto de estudio dentro de la Depresión Central de Chiapas.

PALABRAS CLAVE: Efecto reservorio de Radiocarbono (ΔR) contemporáneo, caracoles *Pachychilus*, Cueva Santa Marta, Espectrometría de Centelleo Líquido (ECL).



Abstract

To further evaluate the radiocarbon reservoir effect (ΔR) for the prehistoric archaeological site in Chiapas Cueva Santa Marta, previously determined from the analysis of sample pairs of *Pachychilus* shells and associated charcoal from the studied contexts, we proceeded to obtain the contemporary ΔR for area by analyzing samples of contemporary materials that reflect equilibrium with the atmospheric reservoir and the freshwater reservoir. Modern samples of leaves of annual plants and snails of the genus *Pachychilus* were collected at two sites "El Retazo" and "Las Camelias" near the Cueva Santa Marta. The samples were analyzed by Liquid Scintillation Spectrometry at the University Radiocarbon Laboratory (LUR) of the UNAM. Conventional radiocarbon ages and the current levels of C are presented in this work, through the $F^{14}C$, $\Delta^{14}C$ and $\delta^{13}C$ obtained for contemporary materials analyzed. The estimate of contemporary ΔR for the sites sampled, permits to evaluate the variation in time and space of the archaeological ΔR obtained for Cueva Santa Marta and infer the possible geographic, climatic local and global, factors; among others, that could cause these fluctuations in radiocarbon concentration and therefore ΔR values during the late Pleistocene-early Holocene transition in the region of the Central Depression of Chiapas. All this with the aim of obtaining a value of ΔR as accurate as possible that could be used to correct radiocarbon ages of snails of the genus *Pachychilus* for generating high-resolution chronologies, not only to the Cueva de Santa Marta, but for other nearby archaeological sites that are being studied within the Central Depression of Chiapas.

Introducción

La cueva Santa Marta es un sitio de gran importancia arqueológica para el estudio de los primeros cazadores recolectores que poblaron las zonas tropicales y subtropicales del Sureste de México con evidencia de una incipiente horticultura ya en las ocupaciones pre-cerámicas en el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano (Acosta Ochoa, 2008). Se localiza en la comunidad de Piedra Parada, Ocozocoautla, sobre la porción oeste de la meseta de Ocuilapa, en las paredes que forman el acantilado. La ubicación hacia el SE del acantilado le protege de la erosión temporal ocasionada por las lluvias y vientos del NW (Figuras 1 y 2).

La cronología del sitio para las capas iniciales cuenta con pocas dataciones de ^{14}C debido a la carencia de muestras de carbón. Sin embargo, en el sitio abundan otros materiales malacológicos bien preservados como los caracoles, los cuales están asociados a estas muestras de carbón. Esta condición permitió obtener una cronología más robusta y determinar el ΔR en caracoles arqueológicos del género *Pachychilus* provenientes de la cueva (Martínez Becerril, 2013). Este valor de ΔR permitirá en un futuro corregir las edades radiocarbónicas sobre los materiales arqueológicos



carbonatados procedentes de otros sitios arqueológicos de la Depresión Central de Chiapas.

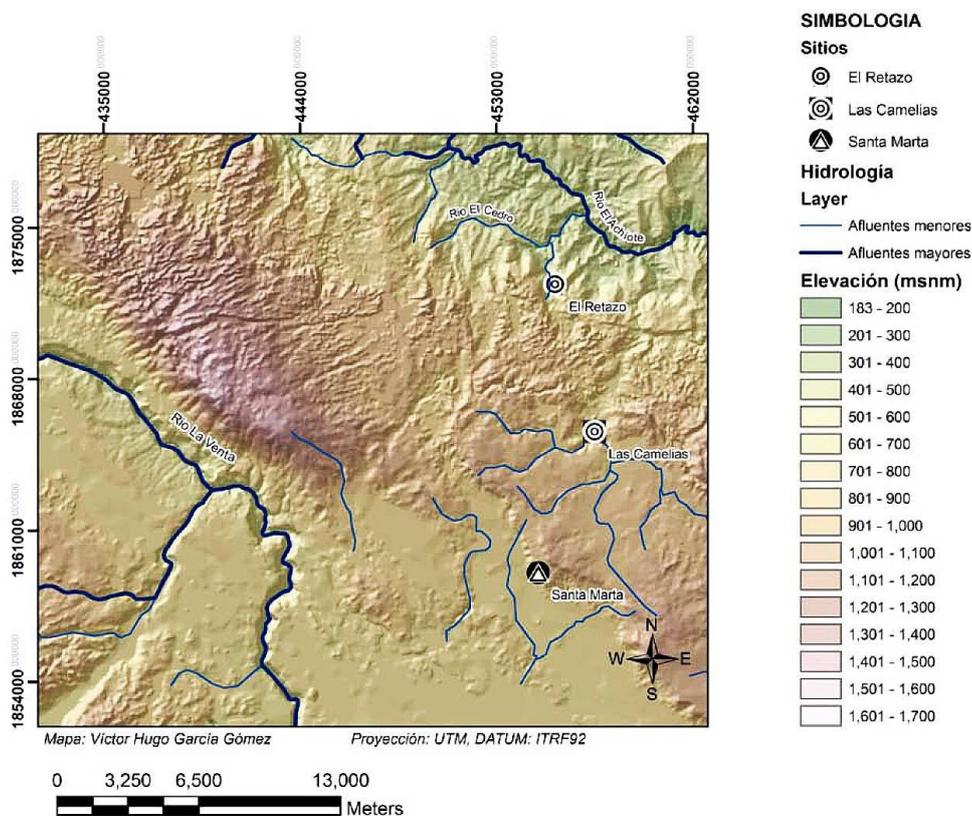


Fig. 1. Mapa con la topografía e hidrología del sitio arqueológico y de los sitios de muestra de los materiales contemporáneos.

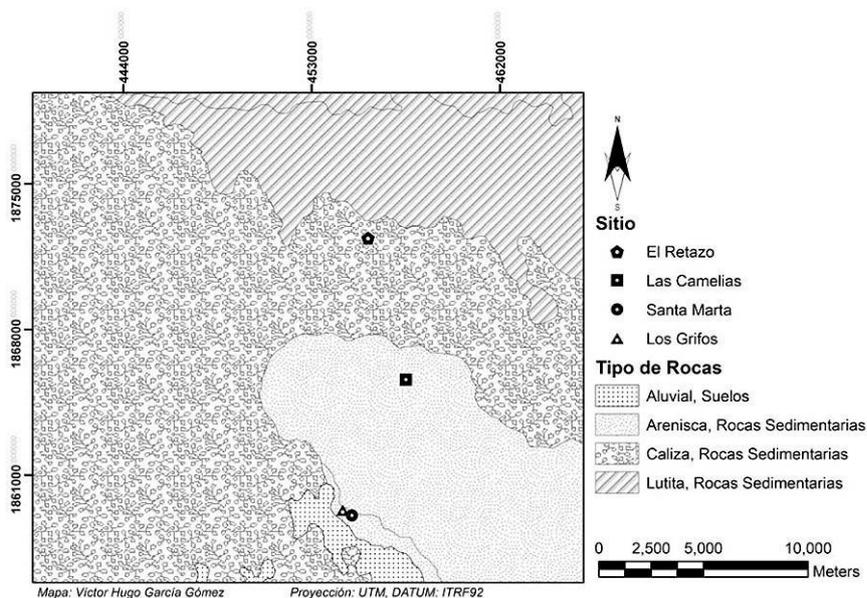


Fig. 2. Mapa con la geología del sitio arqueológico y de los sitios de muestreo de materiales contemporáneos.



El efecto reservorio de radiocarbono (ΔR) se define como el resultado de la diferente actividad radiocarbónica que representan los reservorios marino y atmosférico, así como los organismos en equilibrio con ellos, y se expresa como una edad aparente que tiende a envejecer a los organismos marinos respecto a los continentales (Favier Dubois, 2009). El valor de este efecto tiene una cobertura local geográfica y temporalmente definida y se puede conocer a partir de la diferencia entre las edades convencionales, obtenidas por el método de datación por ^{14}C , de muestras en equilibrio con reservorios de C (agua de mar, ríos, lagos, estuarios, etc.) y muestras en equilibrio con el depósito de C atmosférico.

Para la determinación de los valores del ΔR tanto arqueológico como contemporáneo es necesario analizar la composición isotópica de C de las conchas de *Pachychilus* registrada durante su formación en los cuerpos de agua dulce, la cual refleja la composición isotópica de los carbonatos disueltos en el agua provenientes de la disolución de las rocas encajonantes y de los carbonatos de las conchas de otros moluscos; la actividad de ^{14}C de estos carbonatos es menor que la actividad del ^{14}C en el CO_2 atmosférico, ocasionando edades más antiguas que las reales (Figura 3). Por ello, es necesario determinar la composición isotópica de carbono de materiales asociados que hayan estado en equilibrio con el reservorio atmosférico como el carbón y otros restos vegetales.

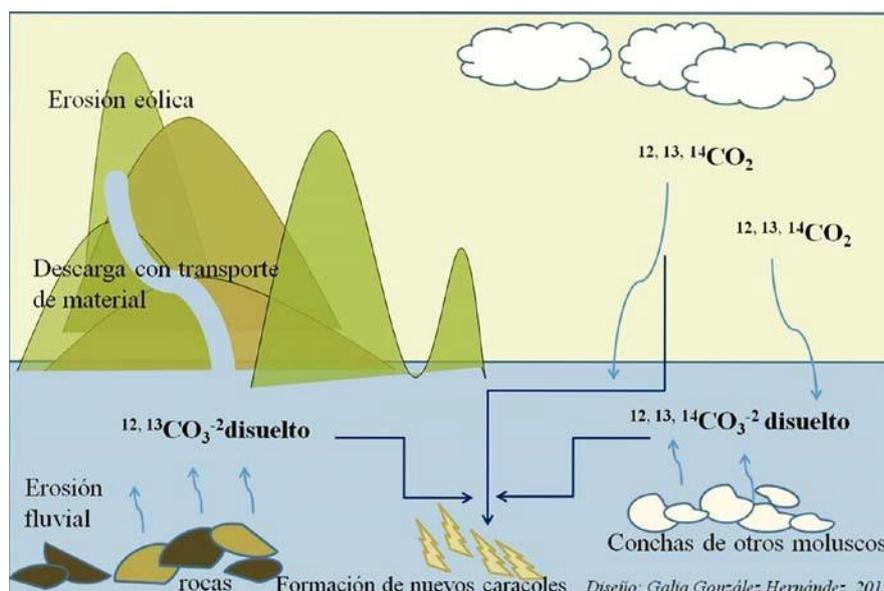


Fig. 3. Esquema del Efecto Reservorio de Radiocarbono (ΔR) en un cuerpo de agua dulce.



Una manera de evaluar la edad de reservorio determinada para la zona de estudio es estimando el valor actual del ΔR . Este efecto puede variar por diversos factores locales a lo largo del tiempo en una misma región. La obtención de datos que muestren esta variabilidad en el tiempo permitirán entender mejor las causas locales y globales que ocasionan estos cambios en las concentraciones radiocarbónicas que presentan los reservorios dulceacuícola de la región.

Materiales y Métodos

Para la determinación del ΔR contemporáneo de esta región se analizó la composición isotópica de C de las muestras de materiales modernos, entre ellos hojas de plantas anuales y de caracoles *Pachychilus*, que reflejan el equilibrio con el reservorio atmosférico y con el reservorio de agua dulce, respectivamente colectadas en los sitios El Retazo y Las Camelias, con cuerpos de agua dulce cercanos a La Cueva Santa Marta (Figura 4).



Fig. 4. Imagen de la colecta de muestras de caracoles y plantas modernas en los sitios El Retazo y Las Camelias.

La determinación de la concentración de ^{14}C de las muestras se realizó en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR) de la UNAM por el método de datación por radiocarbono aplicando la técnica de Espectrometría de Centelleo Líquido (ECL).

Las muestras de plantas y carbonatos pasaron por diferentes procesos de limpieza física y química con el objetivo de eliminar posibles fuentes contaminantes de Carbono. Las muestras de plantas primeramente se limpiaron bajo la lupa y el microscopio con ayuda de pinzas para eliminar cualquier contaminante visible como raíces, pelos, insectos, tierra, que puedan aportar otra fuente de Carbono. La limpieza química se realizó mediante el procedimiento AAA (por sus siglas en inglés *acid-alkali-*



acid) en un baño maría a 45°C con el objetivo de eliminar carbonatos y sustancias húmicas. Para ello, las muestras fueron sumergidas, primeramente en una solución de HCl con una concentración de 1 M durante 24 horas para eliminar carbonatos.

Después se lavaron con agua bidestilada hasta que se alcanzó un pH 7. Posteriormente se colocaron en una solución de NaOH 0,1M, para eliminar las sustancias húmicas, durante 4 horas seguido del enjuague con agua bidestilada; después de ello, las muestras nuevamente se colocaron en una solución de HCl 1M para eliminar los posibles carbonatos que se pudieron haber formado de la reacción del NaOH con el CO₂ atmosférico. Por último se volvieron a enjuagar con abundante agua bidestilada hasta que se obtuvo un pH neutro y se colocaron en el horno a 50°C por 48 horas.

A las muestras de caracoles contemporáneos, una vez que se les retiró el molusco se enjugaron repetidas veces con agua bidestilada en un baño ultrasónico, para eliminar posibles residuos de carne y de sedimentos en el interior de los caracoles. Después, se retiraron los carbonatos coprecipitados en la superficie de los caracoles con ayuda de un taladro dremel y aire comprimido. A continuación, las muestras regresaron al baño ultrasónico para un último enjuague y se pusieron a secar al horno a 50°C por 48 horas, una vez secas, se pulverizaron en un mortero de ágata (Figura 5).



Fig. 5. Imágenes del proceso de preparación de las muestras modernas para el análisis por ¹⁴C.

Las muestras de plantas y carbonatos limpias y secas, se transformaron a benceno en una línea de síntesis de benceno que opera al vacío. El benceno de cada muestra (1.5 mL) se mezcla con 0.5 mL de centellador (PPO + POPOP) para poder detectar la radiación del ¹⁴C contenido en la muestra.



El análisis se realizó en un Espectrómetro de Centelleo Líquido de ultra bajo nivel, modelo Quantulus 1220 en viales de teflón con capacidad de 3 mL. El uso de estos viales permite alcanzar una precisión analítica de $\pm 0.2 \%$, un límite de detección (actividad mínima detectable) de 0.001 y un ruido de fondo menor a 0.16 CPM/g C. Junto con las muestras se analizaron el estándar SRM4990C y un blanco analítico (una muestra que no contiene ^{14}C). Cada muestra se analizó por 2,500 minutos distribuidos en 50 ciclos de 50 minutos cada uno.

Para obtener un dato más preciso de la concentración de ^{14}C se realizó la corrección por el fraccionamiento isotópico, para ello de cada una de las muestras limpias y secas se toma una alícuota para la determinación de la $\delta^{13}\text{C}$. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Espectrometría de Masas de Isótopos Estables del Instituto de Geología.

Las muestras de plantas se analizaron conforme al método de combustión tipo Dumas con Analizador Elemental e interfaz acoplados a un Espectrómetro de Masas Delta Plus XL con una precisión de 0.2‰. Las muestras de carbonatos se acidificaron con H_3PO_4 en un automuestreador GC PAL, acoplado a un Espectrómetro de Masas de Isótopos Estables Finnigan MAT253 vía una interfaz Gas Bench II, la precisión para estos análisis fue de 0.2‰.

Cálculos

Los valores actuales del $F^{14}\text{C}$, $\Delta^{14}\text{C}$ y $\delta^{13}\text{C}$ determinados en las plantas de El Retazo y Las Camelias junto con las edades radiocarbónicas convencionales de los caracoles colectados en los cuerpos de agua de estos sitios, nos permiten estimar la edad del ΔR contemporáneo de la zona expresada en años de ^{14}C , empleando la Ecuación 1 :

$$\text{Edad del Reservorio} = \text{Edad Convencional} - \text{Edad Real} \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

Edad Convencional: Es la edad determinada en las muestras de caracoles, ésta es mayor a la Edad Real del caracol debido a una menor actividad de ^{14}C de los carbonatos precipitados con relación a la actividad de ^{14}C del reservorio atmosférico.

Edad Real: Es la edad determinada en las muestras de restos vegetales como carbón, plantas, etcétera, que reflejan el equilibrio con el reservorio atmosférico.



Sin embargo, para el caso de muestras modernas del periodo post-1950 hay que considerar que la concentración atmosférica de ^{14}C después de 1950 es mayor que en los últimos 50,000 años; por lo que para estimar la edad de reservorio de materiales contemporáneos es necesario compararlas con la concentración atmosférica presente en el periodo en que se formó la muestra de interés y no la que había en 1950, de esta manera evitamos subestimar la edad del reservorio.

Entonces, ocupamos la Ecuación 2:

$$t = -8033 \ln \frac{F^{14}\text{C}_{\text{caracoles}}}{F^{14}\text{C}_{\text{plantas}}} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

t es la edad del reservorio contemporáneo (ΔR contemporáneo), que es mayor que la edad convencional.

8033 es $T_{1/2}/\ln 2$, donde $T_{1/2} = 5568$ años, es la vida media del ^{14}C .

$F^{14}\text{C}_{\text{caracoles}}$ es la fracción de carbono moderno de las muestras de caracoles.

$F^{14}\text{C}_{\text{plantas}}$ es la fracción de carbono moderno de las muestras de plantas.

Resultados y Discusión

De un estudio anterior, los datos obtenidos de los materiales arqueológicos analizados permitieron estimar que el ΔR para la región varió entre -180 y 760 años de ^{14}C , con un promedio de 350 ± 70 años de ^{14}C durante el periodo de 9,600 a 11,000 años a.P. (González-Hernández et al., 2012 y Martínez Becerril, 2013). En este trabajo, los resultados de la composición isotópica de C de los materiales modernos colectados en El Retazo y Las Camelias, que permitieron estimar el valor del ΔR contemporáneo para la región, se muestran en la Tabla 1. El ΔR contemporáneo promedio, es de 390 ± 30 años de ^{14}C .

La composición isotópica de C de las plantas de ambos sitios es similar. Ambos casos presenta una $F^{14}\text{C}$ mayor a 1, concentración atmosférica presente en 1950, atribuible al efecto post-bomba. Por otro lado, la diferencia de edad entre los caracoles de ambos sitios es de 220 años de ^{14}C , que refleja las variaciones espaciales en el aporte de las diferentes fuentes de carbonatos. Los valores negativos que llega a



tener este efecto en los materiales arqueológicos podrían indicar incrementos de un rápido intercambio de CO₂ aire-agua (Favier Dubois, 2009).

SITIO	TIPO DE MUESTRA	¹³ δ C (%)	¹⁴ F C ± Error	¹⁴ Δ C ± Error (%)	Edad Convencional (a.P)	ΔR contemporáneo (años de 14C)	ΔR contemporáneo promedio (años de 14C)
LAS CAMELIAS							
UNAM-1364	HOJAS	29.70	1.018 ± 0.0022	14.04 ± 2.18	-	280 ± 30	
UNAM-1350	CARACOLES	9.75	0.9874 ± 0.0023	20.10 ± 2.78 EL RETAZO	100 ± 40	-	
UNAM-1367	HOJAS	35.30	1.0204 ± 0.0022	12.65 ± 2.18	-	500 ± 30	

Tabla 1. Composición isotópica de Carbono de las muestras contemporáneas y valores del ΔR contemporáneo para los dos sitios de estudio.

Conclusiones

Aunque las mediciones no dan una edad única de efecto reservorio que se pueda aplicar directamente para corregir las edades radiocarbónicas sobre los materiales arqueológicos, sí nos brindan información acerca del orden de magnitud de este efecto.

El valor de ΔR actual obtenido a partir de los caracoles dulceacuícolas y las plantas de vida corta contemporáneos, colectados en las cercanías de la Cueva de Santa Marta permite evaluar el ΔR arqueológico y los factores locales que intervienen en la variabilidad de este efecto sobre los caracoles *Pachychilus* de la zona. Estas fluctuaciones se convierten en una herramienta para esclarecer los procesos geológicos, geográficos, ambientales y culturales que tuvieron lugar en el pasado.

La determinación de un valor de ΔR local, aunque aproximado, siempre es más útil que el valor global de corrección, permitiendo interpretar correctamente la cronología cultural no solamente para las ocupaciones pre-cerámicas de cazadores recolectores de esta cueva, sino para otros sitios arqueológicos cercanos que están siendo objeto de estudio dentro de la Depresión Central de Chiapas, en los que el carbón no se ha preservado y se encuentra mucho material malacológico, abriendo la posibilidad de generar cronologías precisas con estos materiales.

Agradecimientos. Estas investigaciones se han realizado con apoyo de los proyectos CONACYT 99275 y PAPIIT UNAM IN4019010, a cargo del Dr. Guillermo Acosta Ochoa.



Bibliografía

- Acosta Ochoa G. 2008. *La cueva de Santa Marta y los cazadores-recolectores del Pleistoceno final–Holoceno temprano en las regiones tropicales de México*. Tesis de Doctorado en Antropología, Facultad de Filosofía y Letras e Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Favier Dubois C.M. 2009. Valores de Efecto Reservorio Marino para los últimos 5.000 años obtenidos en concheros de la Costa Atlántica Norpatagónica (Golfo San Matías, Argentina). *Magallania* 37(2):139-147.
- González Hernández G., G.Acosta Ochoa, L.E. Beramendi Orosco y Y.B. Martínez Becerril. 2012. Estimación del Efecto Reservorio a Partir de Edades de ^{14}C de Conchas de *Pachychilus* sp. Asociadas a Muestras de Carbón en el Sitio Prehistórico Cueva Santa Marta, Chiapas. *Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. 2012*, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Y.B. Martínez Becerril. 2013. *Efecto reservorio en caracoles del género Pachychilus provenientes del abrigo Santa Marta, Chiapas*. Tesis de licenciatura en Arqueología, Facultad de Antropología, Universidad Veracruzana, Xalapa de Enríquez, Veracruz, México.