

## Fechado de sedimentos en Cayos Perlas, Laguna de Perlas, Caribe Sur de Nicaragua, utilizando técnicas adicionales al $^{210}\text{Pb}$

Dating sediments in Pearl cays, Pearl lagoon, South Caribbean of Nicaragua, using additional techniques to  $^{210}\text{Pb}$

Caballero Arbizú, Yader Santiago; Chow Wong, Ninoska Fabiola

 Yader Santiago Caballero Arbizú  
 yadercaballero@cira.unan.edu.ni  
 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
 Managua, Nicaragua

 Ninoska Fabiola Chow Wong  
 ninoska.chow@cira.unan.edu.ni  
 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
 Managua, Nicaragua

**Revista Torreón Universitario**  
 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua,  
 Nicaragua  
 ISSN: 2410-5708  
 ISSN-e: 2313-7215  
 Periodicidad: Cuatrimestral  
 vol. 10, núm. 28, 2021  
[revis.torreon.faremc@unan.edu.ni](mailto:revis.torreon.faremc@unan.edu.ni)

Recepción: 02 Julio 2020  
 Aprobación: 09 Abril 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/387/3872112008/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/rtu.v10i28.11530>

El autor o los autores de los artículos, ensayos o investigaciones conceden a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) los derechos de edición (copyright) del trabajo enviado, por consiguiente la Universidad cuenta con el derecho exclusivo para publicar el artículo durante el periodo completo de los derechos de autor.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Resumen:** Este informe presenta la reconstrucción histórica de aproximadamente los últimos 150 años de un núcleo sedimentario recolectado en julio 2016 en Cayos Perlas (Laguna de Perlas, Caribe Sur de Nicaragua) donde se estimaron las tasas de sedimentación y acumulación de sedimentos mediante la técnica nuclear de  $^{210}\text{Pb}$ . El núcleo sedimentario, Buttonwood NIC II, fue dominado por la fracción de limo y superó el 50% de las partículas, seguido de arcilla (19% - 27%) y arena (7% - 24%). De acuerdo a la granulometría y distribución del tamaño de grano el núcleo presentó la textura franco limosa. Los valores de susceptibilidad magnética registraron variaciones con respecto a la profundidad, observándose cinco diferentes cambios drásticos en la calidad de las partículas de sedimento depositadas en las profundidades de 5,5 cm, 11,0 cm, 17,5 cm, 18,5 cm y 28,5 cm. La edad de las diferentes secciones del perfil de sedimento se evaluó usando el método de flujo constante (CRS) y varió entre 2,14 años a 130,91 años, registrándose de esta manera la historia de los últimos 128 años. Los resultados en la tasa de sedimentación osciló entre 0,022 a 0,725  $\text{cm}\cdot\text{año}^{-1}$  entre 2014 - 1886; observándose cambios bruscos a partir de 1965. La tasa de acumulación de sedimentos varió entre 0,016 a 0,308  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$  entre 2014 - 1886 mostrando un incremento a partir de 1970, lo que sugiere que estos cambios están relacionados con diversos factores como incremento de la población e influencia de fenómenos naturales (huracanes y tormentas tropicales).

**Palabras clave:** perfil de sedimentos, geocronología, tasa de sedimentación, tasa de acumulación de sedimentos.

**Abstract:** This report presents the historical reconstruction of a sediment profile for the 150 years approximately, collected in July 2016 in Pearl cays (Pearl lagoon, South Caribbean of Nicaragua) and the sedimentation and sediment accumulation rates were estimated using the nuclear technique  $^{210}\text{Pb}$ . The Buttonwood NIC II sedimentary profile was dominated by the silt fraction and exceeded 50% of the particles, followed by clay (19% - 27%) and sand (7% - 24%). According to the grain size and its distribution, the sediment profile presented the silty loam texture. Magnetic susceptibility values registered variations with respect to depth, observing five different drastic changes in the quality of sediment particles deposited at depths

of 5,5 cm, 11,0 cm, 17,5 cm, 18,5 cm and 28,5 cm. The age of the different sections of the sediment profile was carried out with the constant flow method (CRS) and ranged from 2,14 to 130,1 years, recording the history of the last 128 years. The results in the sedimentation rate ranged from 0,022 to 0,725  $\text{cm}\cdot\text{year}^{-1}$  between 2014 - 1886; abrupt changes were observed from 1965. The sediment accumulation rate varied between 0,016 to 0,308  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{year}^{-1}$  between 2014 - 1886 showing an increase from 1970, suggesting that these changes are related to various factors such as population increase and the influence of natural phenomena (hurricanes and tropical storms).

**Keywords:** sediment profile, geochronology, sedimentation rate, sediment accumulation rate.

## 1. INTRODUCCIÓN

Frente a la costa caribe sur de Nicaragua (Región Autónoma del Atlántico Sur) hay un grupo de islas llamado Cayos Perlas, la cual consiste en 18 cayos bordeados por manglares (*Rhizophora mangle*) y palmas de coco (*Cocus nucifera*) que se ubican aproximadamente entre 12 y 24 km frente a la comunidad de Set Net Point, donde dos de los ríos más grandes del país (al norte el Río Grande de Matagalpa y al sur el Río Escondido) desaguan hacia al mar trayendo consigo sedimentos y agua dulce. Se estima que el aporte de sedimentos que llega a través del río Grande de Matagalpa y río Escondido es de 29 mil toneladas métricas anual por parte del Matagalpa y 26 mil toneladas métricas anual por parte del Escondido (Roberts & Murray, 1993 citado por (Weijerman & Ubeda, 1999)). Estos ríos de gran longitud y caudal, experimentan afectaciones en la calidad de sus aguas como resultado de las actividades antropogénicas que se realizan en las partes altas de las cuencas y depositan fuertes cantidades de sedimentos en las zonas aledañas a las costas marítimas que provienen de la erosión hídrica generada en el interior del territorio como producto de la deforestación que acompaña a las actividades agrícolas y ganaderas (DANIDA, 1997). Estos sedimentos provocan cambios en los ecosistemas y pueden quedar registrados en el núcleo sedimentario denominados archivos ambientales, que se convierten en auténticos libros de los impactos de las actividades antrópicas sobre la zona costera los cuales son interpretados con la técnica nuclear de  $^{210}\text{Pb}$  y con el radioisótopo natural de  $^{210}\text{Pb}$  que determina el marco geocronológico en los sedimentos (Sánchez, Díaz, & Ruiz, 2012), (Appleby & Oldfield, 1978).

El núcleo sedimentario permite estimar los niveles de contaminación actuales y pasados, y estos constituyen los únicos registros fiables y posibles de la evolución de los ecosistemas costeros durante los últimos 150 años. Además, permiten reconstruir la historia de la contaminación en una determinada zona al preservar en las diferentes capas que lo forman una gran cantidad de información sobre los fenómenos naturales y antropogénicos que han ocurrido en ellos; determinados a partir de las edades de las capas, las tasas de sedimentación y acumulación de sedimentos (Sánchez, Díaz, & Ruiz, 2012).

Este estudio se basó en la utilización de algunos parámetros complementarios de granulometría, susceptibilidad magnética, porcentaje de humedad, pérdida de ignición y la técnica nuclear de  $^{210}\text{Pb}$  para estimar la evolución de los procesos sedimentarios ocurridos en Cayos Perlas (Caribe Sur de Nicaragua) en los últimos 150 años.

## 2. METODOLOGÍA

Cayos Perlas se encuentra ubicado en Laguna de Perlas, Caribe Sur de Nicaragua, frente a la comunidad de Set Net Point (Fig.1) y se encuentra conformado por manglares palmas de coco, arrecifes y praderas de pastos marinos, los cuales son considerados ecosistemas muy productivos ya que albergan una gran variedad de especies como tortugas marinas, tiburones, langostas, camarones y una multitud de especies de escamas (Weijerman & Ubeda, 1999). El sitio de muestreo fue escogido con base en los siguientes requisitos: menor posibilidad de mezcla, sitio con depósito fino de sedimento (arcilla), zona sin dragado previo, pesca de arrastre y embarcaderos, sitio con baja densidad de organismos bentónicos (macroinvertebrados, bivalvos, poliquetos, etc) y valores de tasa de sedimentación entre 0,3 y 1,0 cm. año<sup>-1</sup> que permitan la reconstrucción de la geocronología con <sup>210</sup>Pb.

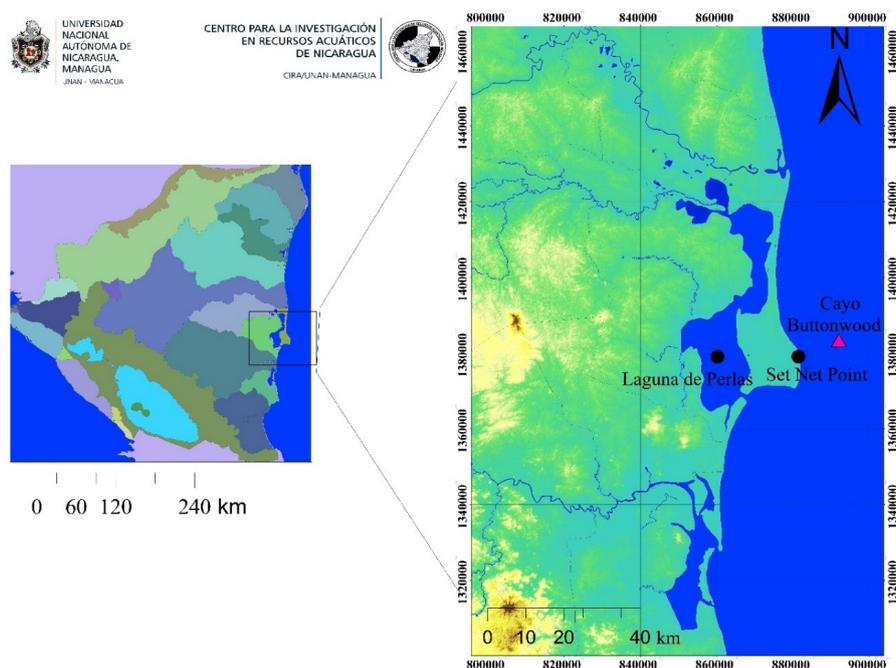


FIG. 1

Localización del punto de muestreo, Cayo Buttonwood (Cayos Perlas, Laguna de Perlas, Caribe Sur de Nicaragua)

Con el apoyo del nucleador UWITEC, tres núcleos sedimentarios (NIC I, NIC II y NIC III) fueron recolectados en julio del 2016 en Cayo Buttonwood (1382024 N; 239302 E, Fig. 1) con la finalidad de realizar los siguientes análisis: porcentaje de humedad, pérdida por ignición, tamaño de grano, susceptibilidad magnética y <sup>210</sup>Pb.

Cada núcleo sedimentario fue seccionado con un espesor de 1 cm (NIC I: 29 cortes, NIC II: 27 cortes y NIC III: 31 cortes) y la preparación de las muestras para los diferentes análisis fueron realizadas de conformidad a la *Guía para el uso de sedimentos en la reconstrucción histórica de la contaminación de zonas costeras* experiencia desarrollada en el proyecto RLA/7/012 (OIEA, 2009) (Sánchez, Díaz, & Ruiz, 2012).

El análisis inicial de pérdida por ignición de los tres núcleos sedimentarios permitió identificar al núcleo Buttonwood NIC II como idóneo para ser fechado y a partir del mismo, los demás análisis a ser realizados, tanto en Nicaragua, como en otros laboratorios de la región (Tabla 1).

TABLA 1.  
Matriz analítica y países responsables

Análisis	Método	Consideraciones	País y/o laboratorio responsable
Porcentaje de Humedad	Liofilización o secado en estufa a temperatura <math><60\text{ }^{\circ}\text{C}</math>	Análisis indispensable para la estimación de la profundidad en términos de masa acumulada ( $\text{g cm}^{-2}$ ) para compensar la autocompactación.	Nicaragua, CIRA/UNAN -Managua
Pérdida por ignición	Combustión en mufla	Útil para estimar potencial de mezclado de sedimentos; así como para normalizar la composición elemental de los sedimentos, para evaluar cambios respecto al tiempo de concentraciones de elementos específicos.	
Tamaño de grano	Difracción de rayo láser (Malvern Mastersizer 2000).	Necesario para la normalización de concentraciones elementales.	México, Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
Susceptibilidad magnética	Medidor Bartington	Útil para la identificación de capas sedimentarias de diferente procedencia y para la correlación de cores sedimentarios.	
$^{210}\text{Pb}$	$\alpha$ -espectrometría	Indispensable para la determinación de la edad de los sedimentos.	Nicaragua, CIRA/UNAN -Managua

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Granulometría

La distribución del tamaño de grano en el perfil de sedimento (Buttonwood NIC-II) presentó tres secciones bien diferenciadas de arena, limo y arcilla (Fig. 2). La fracción dominante fue la de limo pues ésta superó el 50% de las partículas que conforman el sedimento, seguido de arcilla (19% - 27%) y arena (7% - 24%). De acuerdo a los resultados de la granulometría, la distribución del tamaño de grano en el perfil de sedimento presentó la textura franco limosa, resultando coincidente con los reportados en los estudios realizados por (Dumailo, 2003), (Martínez, Vammen, Sánchez, Hernández, & Quejido, 2014), en la laguna y bahía de Bluefields respectivamente.

Esta composición granulométrica pudiera estar ligada a los grandes volúmenes de sedimentos que ingresan al mar caribe nicaragüense a través del desagüe de once grandes ríos. En la parte norte y sur de Cayos Perlas sobresalen, el Río Grande de Matagalpa y el Río Escondido, cuya carga total estimada de sedimentos es de 29 mil toneladas métricas por año y 26 mil toneladas métricas por año, respectivamente (Roberts & Murray, 1993: citado por (Weijerman & Ubeda, 1999)).

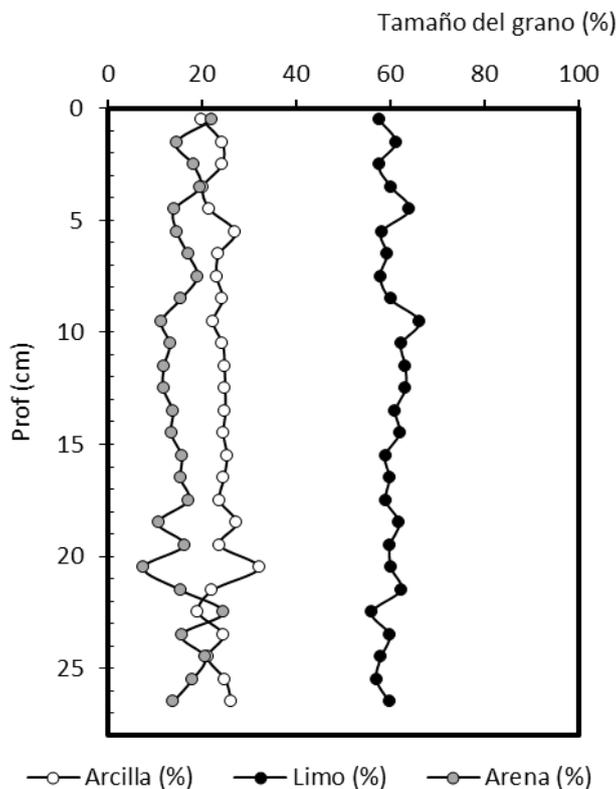


FIG. 2. Composición de la granulometría en función de la profundidad del perfil de sedimento de Buttonwood (NIC-II).

### 3.2 Susceptibilidad magnética

Los valores de susceptibilidad magnética registraron variaciones con respecto a la profundidad siendo más notable en los primeros 7,5 cm (Fig. 3). Este perfil magneto-estratigráfico denota al menos cinco diferentes cambios drásticos en la calidad de las partículas de sedimento depositadas en las profundidades de 5,5 cm, 11,0 cm, 17,5 cm, 18,5 cm y 28,5 cm. Estos cambios pueden ser atribuidos a eventos climatológicos (precipitaciones, vientos), tectónicos u otros fácilmente fechables. De modo, que fue posible estimar tasas de acumulación medias y validar el fechado de <sup>210</sup>Pb en este perfil de sedimento.

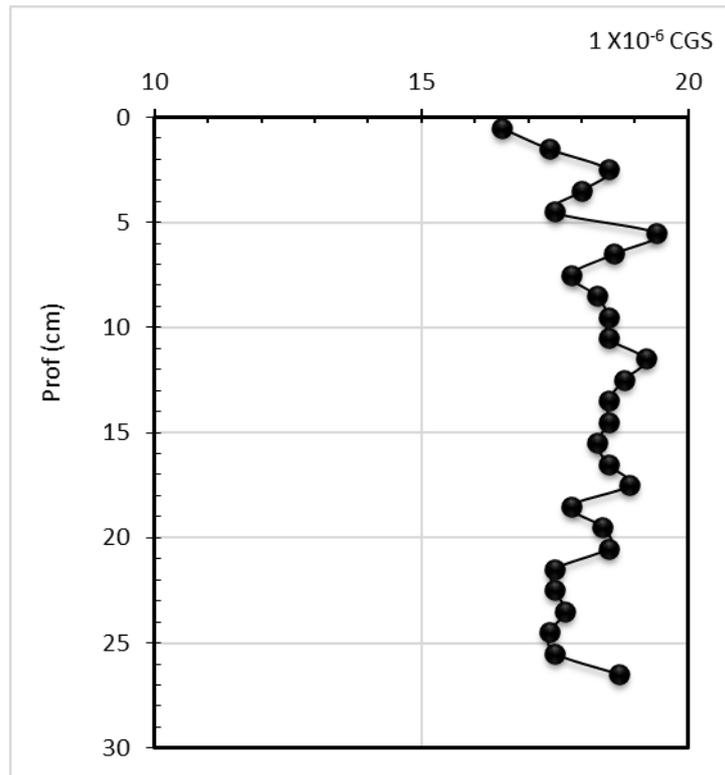


FIG. 3  
Perfil de susceptibilidad magnética con respecto a la profundidad del perfil de sedimento de Buttonwood (NIC-II).

### 3.3 Porcentaje de humedad

En el perfil de sedimento (Buttonwood NIC-II) los valores de porcentajes de humedad disminuyeron con respecto a la profundidad, a excepción de los sedimentos depositados en las profundidades de 6,5 cm y 7,5 cm que presentaron un leve incremento en el contenido de humedad siendo más notable a 25,5 cm, 26,5 cm y 27,5 cm (Fig. 4).

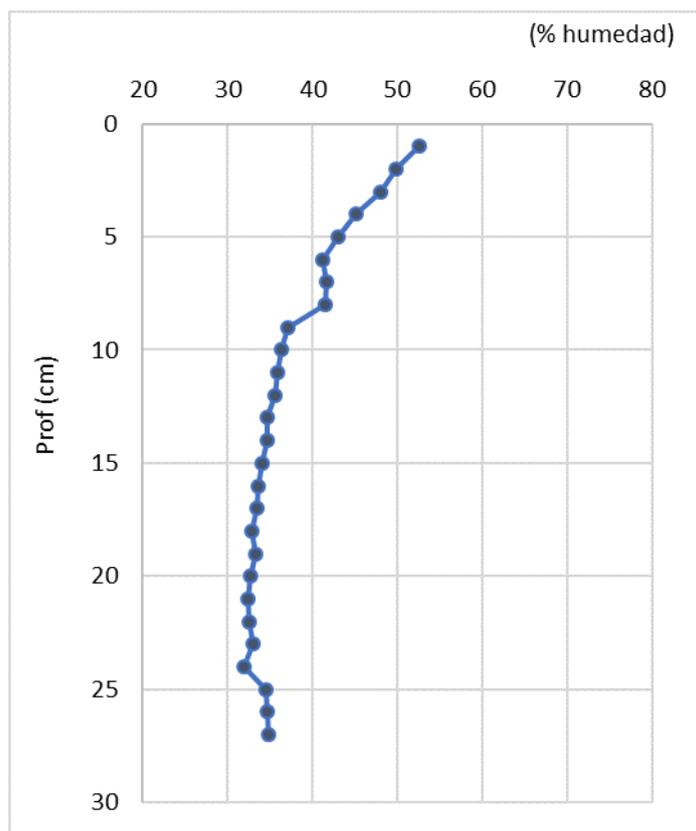


FIG. 4

Perfil de porcentaje de humedad vs profundidad del perfil de sedimento de Buttonwood (NIC-II).

### 3.4 Pérdida por ignición

El perfil de sedimento Buttonwood NIC-II mostró indicios de la existencia de poca mezcla, sedimentación y poca compactación (Fig. 5), por lo que este perfil, se consideró fechable hasta los 23 cm de profundidad con la técnica nuclear de <sup>210</sup>Pb. Es relevante mencionar que las secciones más profundas, a partir de los 24 cm de profundidad, la degradación de la materia orgánica ha sido incompleta.

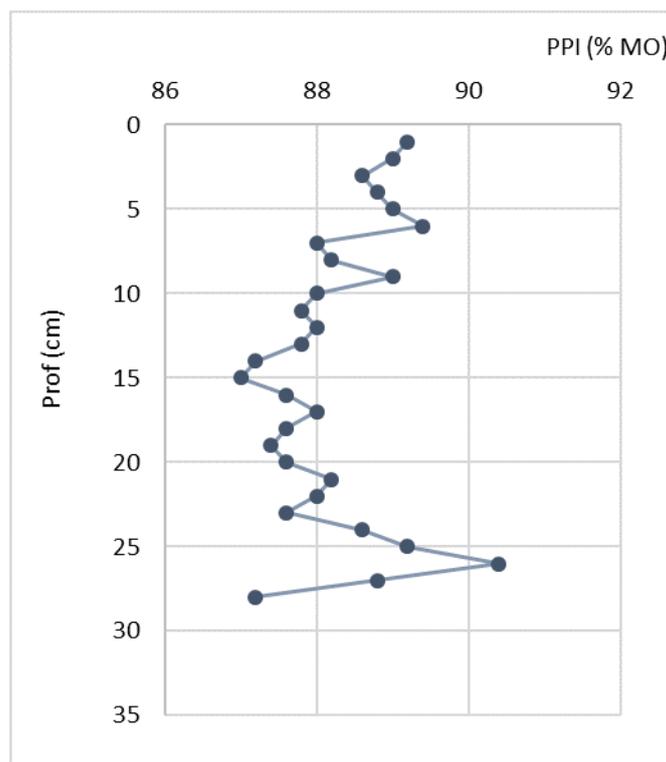


FIG. 5

Perfil de pérdida por ignición con respecto a la profundidad del perfil de sedimento de Buttonwood (NIC-II).

### 3.5 Plomo<sup>210</sup> total (<sup>210</sup>Pb<sub>tot</sub>)

El perfil de sedimento registró variaciones de <sup>210</sup>Pb<sub>tot</sub> en su totalidad. El intervalo de la actividad fue de 6,95 a 126,40 Bq kg<sup>-1</sup> y muestra un decaimiento exponencial a partir de los 3,5 cm hasta los 9,5 cm de profundidad (Fig. 6). Este perfil presentó actividades soportadas y muestra un comportamiento errático con incrementos y decrementos sucesivos entre los 9,5 cm y 19,5 cm de profundidad, probablemente debido a variaciones en la distribución del tamaño de grano.

La disminución de la actividad de <sup>210</sup>Pb podría estar ligada a la dilución de este, lo que a su vez atiende a dos causas: a un mayor aporte de sedimentos (lo que produce un incremento en la tasa de sedimentación (McCaffrey y Thomson, 1980; Muñoz y Salamanca, 2003) citado en (Arvizu, 2004)) y al aumento en el contenido de arena, la cual presenta menor área superficial para que se adsorba este radionúclido altamente reactivo con las partículas (Appleby y Oldfield, 1978; Miralles et al., 2004) citado en (Arvizu, 2004).

La edad de las diferentes secciones del perfil de sedimento fue establecida utilizando el método de flujo constante (CRS) (Sánchez, Díaz, & Ruiz, 2012) y la geocronología de los sedimentos del perfil Buttonwood NIC-II se muestra en la Tabla 2 y de acuerdo a los resultados del fechado, la edad del perfil de sedimento esta varió entre 2,14 años a 130,91 años. Por lo tanto, el perfil registra la historia de los últimos 128 años.

Los resultados en la tasa de sedimentación variaron entre 0,022 a 0,725 cm. año<sup>-1</sup> entre 2014 - 1886; observándose cambios bruscos a partir de 1965. La tasa de acumulación de sedimentos varió entre 0,016 a 0,308 g.cm<sup>-2</sup>. año<sup>-1</sup> entre 2014 - 1886 mostrando un incremento a partir de 1970, lo que sugiere que estos cambios están relacionados con diversos factores como incremento de la población y la influencia de fenómenos naturales como huracanes y tormentas tropicales.

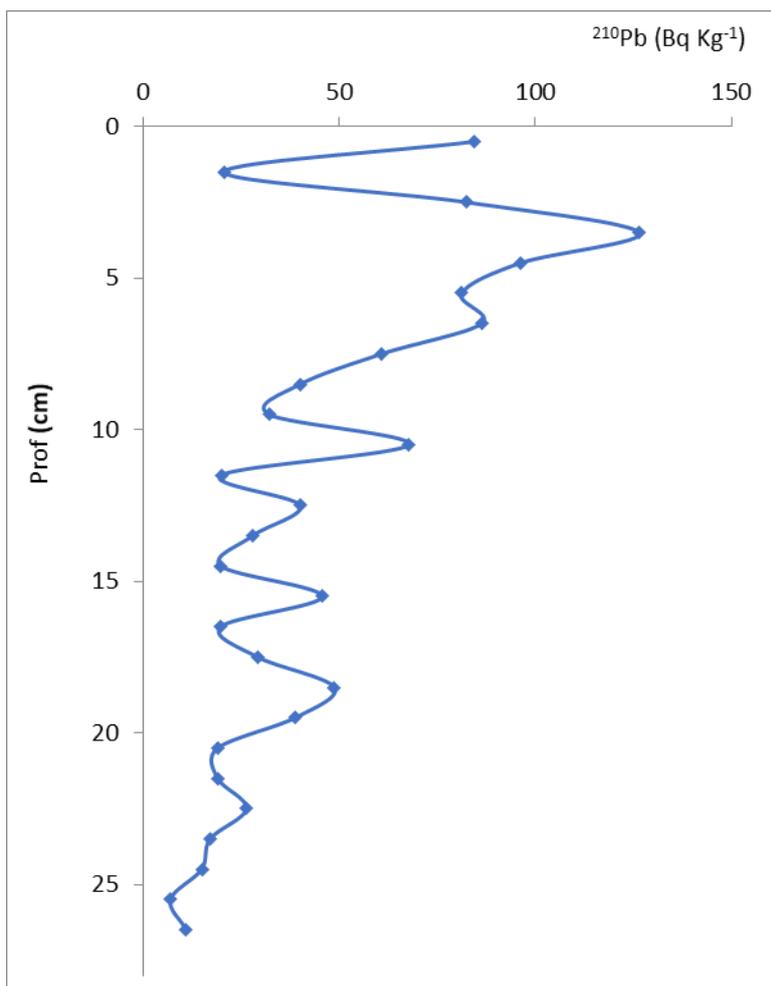


FIG. 6

Variaciones del <sup>210</sup>Pb<sub>tot</sub> vs profundidad del perfil de sedimento de Buttonwood (NIC II).

TABLA 2

Geocronología del perfil de sedimentos en Buttonwood (NIC-II).

z(i) cm	t(i) año	Año A.D	r(i) g cm <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup>	s(i) cm año <sup>-1</sup>
1	2,14	2014	0,304	0,725
2	2,54	2014	0,308	0,608
3	5,86	2011	0,124	0,213
4	12,46	2004	0,094	0,152
5	18,78	1998	0,099	0,157
6	25,09	1991	0,087	0,133
7	34,44	1982	0,076	0,121
8	41,07	1975	0,095	0,154
9	46,91	1970	0,121	0,188
10	51,55	1965	0,069	0,104
11	71,86	1945	0,043	0,063
12	76,99	1940	0,061	0,096
13	97,57	1919	0,027	0,040
14	130,91	1886	0,016	0,022

$z(i)$ : profundidad  
 $t(i)$ : tiempo  
 $r(i)$ : tasa de acumulación de sedimentos  
 $s(i)$ : tasa de sedimentación

#### 4. CONCLUSIONES

El fechado del perfil sedimentario Buttonwood NIC II registra la historia de los últimos 128 años. En el período 1886 - 2014, específicamente a partir de 1965 y 1970, se observaron cambios bruscos en la tasa de sedimentación ( $0,022 - 0,725 \text{ cm.año}^{-1}$ ) y tasa de acumulación de sedimentos ( $0,016 - 0,308 \text{ g.cm}^{-2}.\text{año}^{-1}$ ), los cuales parecen estar ligados al incremento de la población, influencia de fenómenos naturales como huracanes y tormentas tropicales, así como a la alta carga anual de sedimentos que ingresan desde la parte norte y sur de Cayos Perlas (Río Grande de Matagalpa y Río Escondido, respectivamente).

#### AGRADECIMIENTOS

Al Fondo para Proyectos de Investigación (FPI) que otorga la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) y al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua) por cofinanciar esta investigación.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Appleby, P., & Oldfield, F. (1978). *The calculation of Lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported 210Pb to the sediment.*
- Arvizu, M. D. (2004). *Geocronología de la acumulación de metales pesados en marismas de las lagunas Chiricachueto y Estero de Urias, Sinaloa.*
- DANIDA. (1997). *Evaluación rápida de los recursos hídricos.*
- Dumailo, S. (2003). *Evaluación de la problemática ambiental por medio del estudio de algunos aspectos de sedimentación y contaminación en la laguna de Bluefields, RAAS, Nicaragua.*
- Martínez, V., Vammen, K., Sánchez, J., Hernández, C. A., & Quejido, A. J. (2014). Flujo cronológico de metales en sedimentos y la sedimentación en la Bahía de Bluefields, Nicaragua. *Agua y Conocimiento Vol.1 No.1* .
- OIEA. (2009). *Guía para el uso de sedimentos en la reconstrucción histórica de la contaminación en zonas costeras* .
- Sánchez, J. A., Díaz, M., & Ruiz, A. C. (2012). *Radiocronología de Sedimentos Costeros Utilizando 210Pb: Modelos, Validación y Aplicaciones.*
- Weijerman, M., & Ubeda, A. (1999). *Los arrecifes de los Cayos Perlas, Nicaragua.*