

## Geología de la formación canoa (plioceno), acantilados del sector El Mangle, cantón Montecristi, prov. Manabí, Ecuador

Geology of the canoa formation (pliocene), cliffs of el mangle sector, Montecristi canton, province of Manabi, Ecuador

Joao Fernando Córdova Pazmiño <sup>1</sup>, Tony Steven Bósquez Ocampo <sup>1</sup>,  
Stephany Lisbeth Pachay Luna <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Carrera de Geología  
Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 01 agosto 2023, aceptado 11 de noviembre 2023, en línea 14 de diciembre 2023.

### Resumen

La formación Canoa se localiza en el sector El Mangle, cantón Montecristi, provincia de Manabí, costa de Ecuador. Esta presenta afloramientos que litológicamente consiste en areniscas, areniscas arcillosas, areniscas limosas y lodolitas limosas; subyace a la formación Tablazo y sobreyace a la formación Angostura. En este trabajo se describieron cinco afloramientos con el objetivo de determinar la litología, componentes mineralógicos esenciales, deposición, procedencia tectónica, bioestratigrafía y paleoambiente; y se lo realizó de la siguiente manera, diecinueve muestras para bioestratigrafía y litología, y tres secciones delgadas para petrotextónica y petrografía. Por la ocurrencia de foraminíferos planctónicos presentes y que se extinguen en dicho periodo, la edad relativa de la formación Canoa es Plioceno (Zona N18 - N19). El paleoambiente sedimentario es de plataforma interna debido a la abundancia de los foraminíferos bentónicos calcáreos y aglutinados. **Palabras clave:** Afloramientos, aglutinados, bioestratigrafía, paleoambiente, petrografía, sobreyace.

### Abstract

The Canoa formation occurs in El Mangle sector, Montecristi canton, province of Manabi, coastal Ecuador. The outcrops lithologically consist of sandstones, clay sandstones, silty sandstones and silty mudstones; it underlies the Tablazo formation and overlies the Angostura formation. In this work, five outcrops were described to determine lithology, essential mineralogical components, deposition, tectonic provenance, biostratigraphy and paleoenvironment; It was achieved as follows, 19 samples for biostratigraphy and lithology, and three thin sections for petrotextonics and petrography. Due to the occurrence of planktonic foraminifera present and extinct in that period, the relative age of the Canoa formation is Pliocene (Zona N18 - N19). The sedimentary paleoenvironment is internal shelf due to the abundance of calcareous and agglutinated benthic foraminifera.

**Keywords:** Agglutinated, biostratigraphy, paleoenvironment, petrography, overlay, outcrops.

### Introducción

La formación Canoa es un importante depósito sedimentario Pliocénico presente en el noroeste de Ecuador. Las rocas de esta formación afloran entre los poblados de Punta Canoa y San José (Savoyat 1971), con potencias que varían entre los 5 y 100 metros, la litología es de composición limo arenoso de tonalidades grisáceas azuladas, areniscas arcillosas de color gris verdosa y arcillolita limosa (Baldock 1982). Contiene una abundante diversidad de macro y microfósiles marinos, así como una variedad de estructuras litológicas (Di Celma et al. 2002).

El valor práctico de los estudios efectuados para la determinación de la edad relativa, litología y ambiente sedimentario permiten tener un mejor conocimiento de los procesos de evolución que ocurrieron durante el Plioceno.

Los análisis que se han elaborado acerca de la formación Canoa han permitido estudiar la evolución geológica de la región de antearco de Manabí, los estudios de Álvarez Córdova et al. (2009) determinan que la formación Canoa se subdivide en dos miembros principales: Inferior y superior, cada uno con características de ambientes deposicionales diferentes.

\* Correspondencia del autor:

E-mail: fernando-109@hotmail.com



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

El tiempo geológico y el emplazamiento estratigráfico de la formación Canoa ha sido debatido extensamente por diversos especialistas (Pilsbry y Olsson (1941); Kraglievich (1970); Paladines (1989); Álvarez Córdova (2002); Núñez del Arco (2003); Servicio Geológico Nacional (2008); Álvarez Córdova et al., (2009); Acosta Chilán (2015); Córdova y Pachay (2023).

Para realizar este trabajo, se utilizaron como base bibliográfica investigaciones realizadas por: Di Celma et al. (2002, 2005), Álvarez Córdova (2002), Álvarez Córdova et al. (2009) y Acosta Chilán (2015). Estos estudios fueron útiles para comprender la geología local, la geomorfología y la tectónica del área de investigación.

Uno de los fundamentos clave de esta información es la descripción bioestratigráfica de foraminíferos plantónicos y bentónicos, lo que permite asignar el rango cronoestratigráfico y el paleoambiente del área de estudio. Además, la elaboración y descripción de secciones delgadas extraídas de areniscas proporcionarán detalles sobre el tipo de roca y su origen tectónico.

El fin de este trabajo es determinar la edad y procedencia tectónica del área de estudio, lo que aumentará el entendimiento sobre su composición y nos permitirá interpretar la génesis de los elementos presentes en la formación Canoa. Esto contribuirá significativamente a una mejor comprensión evolutiva de dicha formación geológica.

#### Ubicación y acceso

El Sector "El Mangle" se encuentra al oeste de la comunidad Los Cruces, parroquia rural del cantón de Montecristi, provincia de Manabí, costa de Ecuador. El área de exploración se encuentra en los acantilados del sector, adyacente al límite costero (Fig. 1).

El acceso a la zona es excelente por caminos pavimentados en la Ruta del Spondylus/E15 hasta la comunidad Los Cruces, para acceder al sector El Mangle que es el área de estudio es accesible por caminos de tierra secundarios y una caminata de 6 km desde Los Cruces, o en vehículo cuyo tiempo aproximado de viaje es de 15 minutos.

#### Relieve e Hidrografía

El área se destaca por su topografía irregular con acantilados y cerros que varían en altitud desde aproximadamente 10 m.s.n.m. hasta alrededor de 120 m.s.n.m. Además, presenta superficies suavemente onduladas de origen deposicional al pie de las elevaciones principales.

La hidrografía está compuesta por microcuencas, incluyendo los ríos Pile, Salado, La Vainilla y la quebrada El Mangle. Estos ríos experimentan variaciones estacionales en su caudal, pudiendo secarse durante la estación de sequía. Desembocan en el océano Pacífico, con los ríos Salado y La Vainilla mostrando un cur-

so meandriforme que resulta en una menor erosión, pero una mayor acumulación de sedimentos en sus recorridos.

#### Geología

La región occidental del Ecuador está marcada por el límite entre placas convergentes, lo que resulta en la formación de una fosa, dando lugar a un arco volcánico activo. Como lo señala el estudio de Di Celma et al. (2005), durante los periodos interglaciares ocurrió un aumento del nivel del mar, resultando en un retroceso de la línea costera hacia el este y la formación de una ensenada costera en dirección suroeste, llamada cuenca Canoa (Fig. 1). Con el transcurso del tiempo, estas cuencas se llenaron gradualmente con aproximadamente 120 metros de capas marinas poco profundas que se apilaron en ciclos.

La cuenca Canoa experimentó una actividad significativa alrededor de la zona de El Aromo, se han descubierto trazas de anillos circulares y concéntricos, lo cual sugiere que, al comienzo del Pleistoceno, el área actualmente ocupada por Cabo San Lorenzo estaba aislada del resto del territorio continental de Ecuador por un estrecho poco profundo que se extendía de norte a sur (Di Celma et al. 2005).

Los acantilados en el área de El Mangle presentan una costa compuesta por una playa que queda sumergida durante la pleamar. Esta sucesión de sedimentos se extiende a lo largo de unos 10 km de acantilados costeros al sur de cabo San Lorenzo, desde Punta Canoa hasta Río de Caña cerca de San José.

La formación Canoa, de acuerdo con Baldock (1982), consiste en limos arenosos compactados que muestran una gama de colores desde gris hasta gris azulado (Fig. 1). Por otro lado, la formación Tablazo, mencionada por Marchant (1961), se subdivide en cuatro niveles, siendo el más antiguo de Pleistoceno Inferior, visible en las costas de Manabí, estas mesetas han sido fuertemente erosionadas debido a procesos naturales.

Di Celma et al. (2002) identificaron que los sedimentos del Plioceno Superior presentes en los acantilados al sur de cabo San Lorenzo exhiben una ciclicidad estratigráfica de tercer orden. Esta repetición en la estratigrafía se originó a partir de un ciclo tectónico de ascenso y descenso, que a lo largo del tiempo causó un desplazamiento gradual hacia las cuencas costeras.

Por otro lado, Di Celma et al. (2005) observaron que el levantamiento de los flancos norte y oeste de la cuenca de Canoa transformó su costa, de ser una ensenada cerrada y protegida a una más expuesta. Al comparar estos patrones cíclicos con otras secuencias pleistocenas en ambientes templados, se encontró una similitud en su disposición interna, a pesar de las notables diferencias en condiciones climáticas, tectónicas y de depósito. Esto sugiere que la formación de lechos de conchas en latitudes bajas, no solo en las templadas, es factible y que el control principal del cambio en el

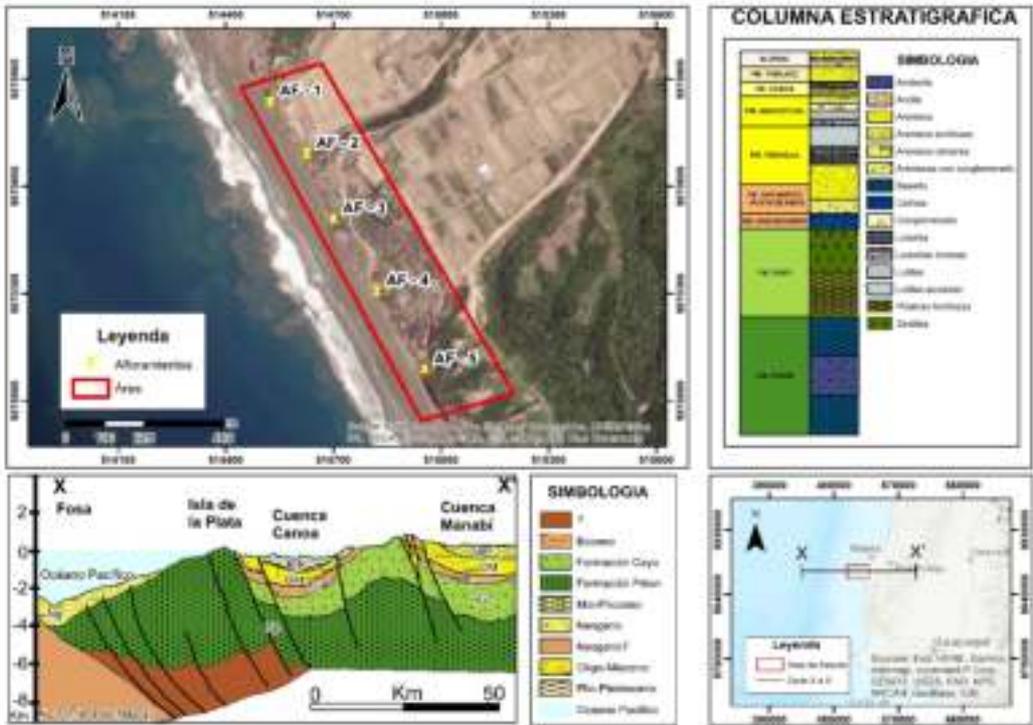


Figura 1. Parte superior: Mapa del sector El Mangle con los afloramientos descritos (izq.), una columna estratigráfica del sector de estudio (der). Parte inferior: Mapa regional destacando el área de estudio que se encuentra en la zona donde la dorsal Carnegie afecta a la fosa ecuatoriana. (izq.), entre los puntos X y X', se muestra una sección transversal geológica, destacando la cuenca Canoa con respecto a la fosa ecuatoriana y la estratigrafía del área del Cabo de San Lorenzo, la exageración vertical es de 5 veces (der.).

nivel del mar Glacio-Eustático influyó en la profundización general de cada ciclo sedimentario.

## Materiales y Metodo

### Materiales de campo

- Lupa 40x.
- Martillo geológico.
- Ácido clorhídrico al 2%.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Fundas para muestras.
- Cinta Métrica.

### Materiales de laboratorio

- Tamices.
- Plancha.
- Brocha.
- Estereomicroscopio.
- Microscopio petrográfico.
- Lamina porta fósiles.

## Métodos

Para el desarrollo del estudio se realizaron análisis litológicos, bioestratigráficos, petrográficos y petrotectónico.

Los análisis para la descripción litológica consideraron cinco afloramientos en una distancia de aproximadamente 1 km, en el cual se evidenció una variabilidad en litologías. Se aplicaron los siguientes parámetros:

- Clasificación granulométrica de Wentworth (1922).
- Color de roca de Munsell (2009).
- Redondez y esfericidad de Powers (1953).
- Método de selección y toma de muestra de Compton (1962).

Para el análisis bioestratigráfico se recolectan 19 muestras de rocas de cinco afloramientos, el proceso de preparación, lavado y recolección de especímenes se basó en las técnicas de Ordóñez et al.(2006).

Los análisis petrográficos y petrotectónico se analizaron tres secciones delgadas de areniscas, usando el método de conteo de Chayes (1956), se examinaron

las secciones para clasificar y nombrar a la roca según el diagrama ternario de componentes esenciales de Folk (1980); para determinar su procedencia petro-tectónica se usó los diagramas ternarios de componentes esenciales, componentes monocristalinos y componentes policristalinos de Dickinson et al. (1983, 1979).

## Resultados

Se estudió la formación Canoa en cinco puntos de exposición, estos presentan características geológicas parecidas, evidenciando una variedad litológica de rocas tales como:

### Arcillolita limosa

De color amarillo oscuro (5Y6/4) a marrón amarillento pálido (10YR6/2), bien consolidada, se observan que los estratos poseen laminación continua de tipo paralela y laminación difusa, estos estratos presentan estructuras de carga, esta litología está presente en AF1 (Fig. 2).

### Arenisca

De tonalidad naranja amarillento pálido (10YR8/6) y amarillo grisáceo (5Y8/4), sus granos van desde medio a fino, con redondez subangular a subredondeada, de buena selección, consolidada, con laminación puntual, aflora en los afloramientos AF1, AF2 y AF5. (Fig. 2).

### Areniscas Arcillosas

De tonalidad moderadamente amarillo (5Y7/6), con una granulometría de grueso a muy fino, una redondez de redondeada a subredondeada, de mala selección, consolidada, presenta de forma puntual intercalaciones de yeso, es visible en los Afloramientos AF1, AF4 y AF5 (Fig. 2).

### Arenisca Limosa

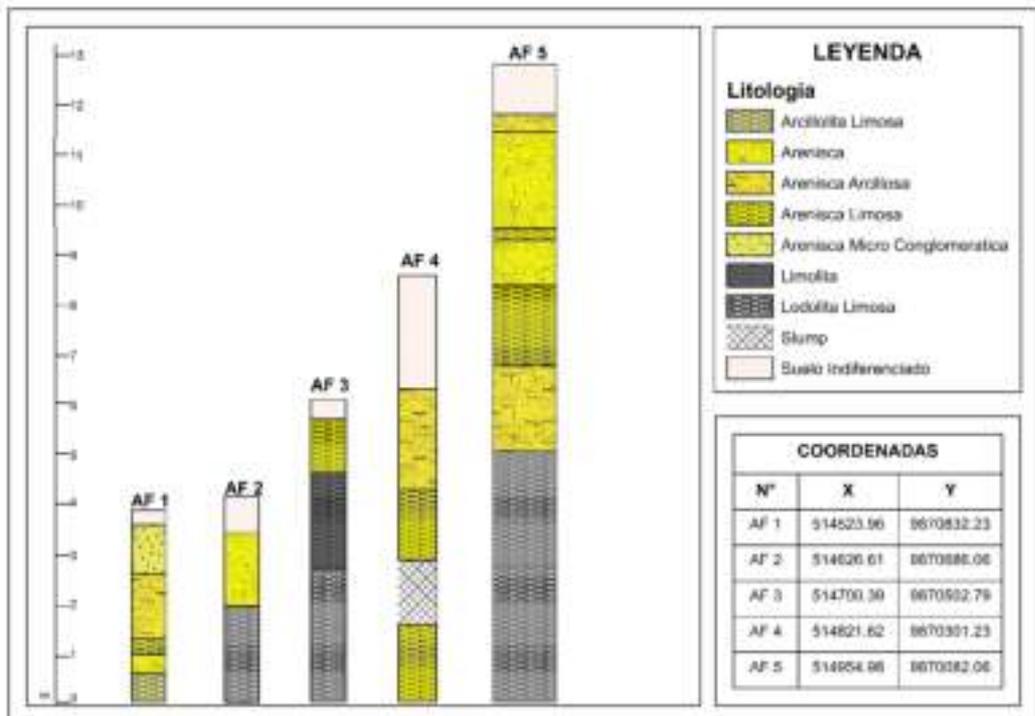
De color moderadamente naranja rosa (5Y8/4) y naranja amarillento pálido (10YR8/6), de grano grueso a fino, con una redondez de angular a subangular, de pobre selección, consolidada, con estructuras de laminación difusa. Esta litología está presente en los afloramientos: AF1, AF3, AF4 y AF5 (Fig. 2).

### Arenisca micro conglomerática

Su color va de moderadamente amarillo (5Y7/6) a naranja amarillento oscuro (10YR6/6), el tamaño del grano es grueso a fino, la redondez es angular a subangular, de mala selección, moderadamente consolidada, con laminación difusa. Presenta microconglomerados, talco y restos de moluscos, esta capa tiene espesor métrico. Se la puede observar en el afloramiento AF1 (Fig. 2).

### Limolita

De tonalidad azul grisáceo (5PB 5/2), con muy buena selección, muy bien consolidada; estable, masiva, presenta fracturas; y esta capa presenta espesores métricos. Aflora en AF3 (Fig. 2).



**Tabla 1.** Porcentajes de los componentes esenciales de los tipos de rocas Arcosa Lítica y Grauvaca Lítica de los afloramientos AF1-M3, AF4-M2 y AF3-M4.

Código de muestra	Afloramiento - Muestra			Tipo de roca
	QFL			
	Q (%)	L (%)	F (%)	
AF1 - M3	50,87	23,26	25,87	Arcosa Lítica
AF4 - M2	40,34	26,80	32,80	
AF3 - M4	38,93	38,09	23,87	Grauvaca Lítica
<b>Promedio</b>	<b>44,90</b>	<b>29,38</b>	<b>27,51</b>	

Q: Cuarzo L: Fragmentos Líticos F: Feldespato

**Lodolita limosa**

De color verde amarillo grisáceo (5GY7/2) y verde pálido (5G7/2), consolidada. Se la puede observar en los afloramientos: AF2, AF3 y AF5 (Fig. 2).

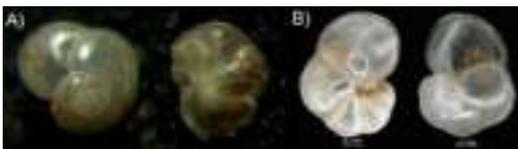
**Petrografía**

**Afloramiento AF1 y AF4**

Las areniscas presentes en los afloramientos AF1 Y AF4 contienen en promedio un 45% de cuarzo (Qz), 25% de fragmentos líticos y 29% de feldespatos (Tabla 1). Estas areniscas son de grano fino a medio con una buena clasificación, empaquetamiento puntual a tangente y presentan arcillosidad menor al 10%. El cuarzo monocristalino es de origen plutónico y el cuarzo policristalino de origen sedimentario. Los fragmentos líticos son de origen volcánico y sedimentarios, los feldespatos incoloros.

**Afloramiento AF3**

La muestra del afloramiento AF3-M4 presenta granos de muy fino a fino, con buena selección, de forma angular a subangular y escasamente redondeado, la esfericidad es subprismática a subdiscoidal y el empaquetamiento es flotante a tangente. La grauvaca de la muestra AF3 contiene un porcentaje de 38,93% de Qz, 37,09% de fragmentos líticos y 23,98% de feldespatos (Tabla 1), que de acuerdo con



**Figura 3.** A, B: *Globorotalia unguolata* Bermúdez, 1961. A. Foto tomada con el estereoscopio digital. B. Foto tomada de Ovechkina et al. (2010), con microscopio electrónico de barrido.

**Tabla 2.** Porcentajes de los componentes mineralógicos de las areniscas en los afloramientos AF1-M3, AF4-M2 y AF3-M4.

Código de muestra	Afloramiento - Muestra								
	Q - F - L			Qm - F - Lt			Qp - Lv - Ls		
	Q (%)	L (%)	F (%)	Qm (%)	F (%)	Lt (%)	Qp (%)	Lv (%)	Ls (%)
AF1 - M3	50	23	25	50	26	23	1,2	87	11,1
AF3 - M4	38	37	24	38	24	37	0,4	55	44,2
AF4 - M2	40	26	32	36	30	32	0,5	71	28,4
Promedio	43	29	27	42	26	31	0,7	71	27,9

Q: Cuarzo, F: Feldespatos, L: Fragmentos Líticos, Qm: Cuarzo Monocristalino, Lt: Líticos Totales, Qp: Cuarzo Policristalino, Lv: Líticos Volcánicos, Ls: Líticos Sedimentarios

la clasificación de Folk (1980) recibe el nombre de Grauvaca Lítica.

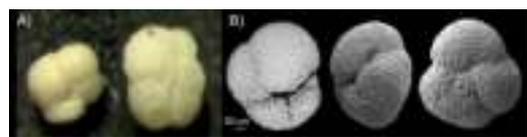
**Procedencia tectónica**

Para el afloramiento de la arcosa lítica (AF1-M3) el diagrama ternario de Dickinson (1983) evidencia que la muestra se sitúa en Orogenia Reciclada, mientras que en el Diagrama auxiliar de Dickinson (1983) se ubica en Mezcla; y en el Diagrama de Dickinson y Suczek (1979) se colocan en tendencia a Orógeno de Colisión.

La muestra AF3-M4 en el Diagrama trino de Dickinson (1983) se observó que la muestra se coloca entre Arco Disectado y Orógeno Reciclado; por consiguiente, en el Diagrama auxiliar de Dickinson (1983) se sitúa en Mezcla; y en el Diagrama de Dickinson y Suczek (1979) se disponen en Orógeno de Arco. Al plotear los valores porcentuales de la Arcosa Lítica (AF4-M2), en el diagrama de Dickinson (1983) se ubica en Arco Disectado; por otro lado, en el Diagrama auxiliar de Dickinson (1983) se dispone en Arco Disectado; mientras que en el Diagrama de Dickinson y Suczek (1979), tienen una tendencia entre Orógeno de Arco y Orógeno de Colisión.

**Bioestratigrafía**

Los foraminíferos plantónicos presentes en las muestras tomadas de los cinco afloramientos son: *Globoro-*



**Figura 4.** A, B: *Globorotalia continua* Blow, 1959. A. Foto tomada con el estereoscopio digital. B. Foto tomada de Lam et al. (2020), con microscopio electrónico de barrido.

Tabla 3. Porcentaje de foraminíferos bentónicos y ostrácodos hallados en la formación Canoa.

Foraminíferos Bentónicos y Ostrácodos de la formación Canoa	Abundancia	Porcentaje %
<b>Foraminíferos Bentónicos</b>		
<i>Uvigerina peregrina</i>	común	18,74
<i>Bulimina marginata</i>	raro	8,88
<i>Bolivina pisciformis</i>	común	12,00
<i>Bulimina denudata</i>	ausente	1,78
<i>Bulimina exilis</i>	ausente	1,62
<i>Bulimina elegantissima</i>	raro	3,62
<i>Nonion commune</i>	abundante	51,2
<i>Praebulimina jacksonensis</i>	ausente	0,125
<i>Nonion grateloupianum</i>	frecuente	37,6
<i>Melonis pompilioides</i>	frecuente	24,26
<i>Lenticulina americana</i>	ausente	1,26
<i>Textularia sagittula</i>	raro	5,24
<i>Agathamminoides serpens</i>	raro	2,50
<i>Plectofrondicularia californica</i>	ausente	0
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	común	19,12
<i>Lobatula lobatula</i>	ausente	0,30
<i>Cibicidoides kullenbergi</i>	frecuente	25,04
<i>Catavella bensoni</i>	común	11,00
<b>Ostrácodos</b>		
<i>Trochamminoides proteus</i>	raro	0,62
<i>Poseidonamicus pseudorobustus</i>	común	10,76
<b>Gasterópodos</b>		
<i>Indet</i>	raro	0,62

*talia unguata* (Fig. 3), *Globorotalia tumida*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia acostaensis*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina rubescens*, *Globigerina falconensis*, *Globigerinoides ruber*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Trilobatus trilobus*, *Sphaeroidinellopsis paenedehiscens*, *Orbulina universa* y *Globorotalia continuosa* (Fig. 4). Con base en los ejemplares obtenidos, la edad relativa asignada a la formación Canoa es Plioceno inferior a Plioceno medio.

#### Paleoecología

El porcentaje de la ocurrencia de los foraminíferos bentónicos calcáreos y aglutinados (Tabla 3) de los géneros *Uvigerina*, *Bulimina*, *Nonionella*, *Bolivina*, *Cibicidoides*, *Spiroplectamina* y *Trochammina*, establece que el ambiente deposicional de la formación Canoa es de plataforma interna de aguas cálidas, con una diversificación de infralitoral a litoral y salinidad que varía de baja a alta. Existió un cierre y apertura de una bahía el cual daba paso a una laguna y luego otra vez bahía, la aparición y abundancia del género *Quinqueloculina* resalta este hecho.

#### Análisis de resultados

##### Litológico

En esta investigación se confirma que los afloramientos (AF1-AF5) corresponden litológicamente con los datos de la formación Canoa de Baldock (1982) y Álvarez Córdova (2002).

Al igual que Álvarez Córdova (2002) se determinó que la formación que sobreyace a la formación Canoa es Tablazo y la que subyace es Angostura, en base a las litologías y ocurrencias de foraminíferos planctónicos pertenecientes a la edad de la formación Angostura (Figs. 1 y 2).

##### Petrografía

Las areniscas de los afloramientos AF1 y AF4 presentan en promedio un 45% de cuarzo (Qz), 25% de fragmentos líticos y 29% de feldespatos; estas son clasificadas como Arcosas líticas. La grauvaca del afloramiento AF3 contiene un porcentaje de: 38.93% de cuarzo, 37.09% de fragmentos líticos y 23.98% de feldespatos, recibe el nombre de Grauvaca lítica.

##### Procedencia tectónica

Las Arcosas Líticas y Grauvaca Líticas referente a la formación Canoa del sector de la quebrada El Mangle presentan un exuberante contenido de líticos volcánicos (Lv) con 71.36%, valores equivalentes muestra el cuarzo (Qz) con 43.38% y cuarzo monocristalino (Qm) con 42.15%, de la misma manera valores semejantes corresponden a los líticos sedimentarios (Ls) con 27.90% y feldespatos (F) con 27.55%; los cuarzos policristalinos (Qp) presentan los contenidos más bajos con 0.25%. Por lo tanto, se concluye que el ambiente de procedencia es Arco Magmático y Orogenia Reciclada, el ambiente tectónico deposicional es arco de isla o arco continental.

### Bioestratigrafía

Las muestras recolectadas de los afloramientos de la formación Canoa para realizar el análisis bioestratigráfico contenían abundancia de microorganismos fósiles y ninguna de ellas resultó estéril. La edad relativa de las rocas de la formación Canoa es Plioceno, por la ocurrencia de *Globorotalia ungulata* y *Globorotalia continuosa* (Figs. 3 y 4), presentes en los afloramientos AF1, AF3, AF4 y AF5 (Fig. 2).

Por lo tanto, se determina que la formación Canoa corresponde al Plioceno Inferior a Medio, debido a la ocurrencia de los marcadores fósiles *Globorotalia ungulata* y *Globorotalia continuosa*. Esta segunda especie no concuerda con el de Álvarez Córdova et al. (2009), sin embargo, coincide en que también se extingue a partir de la zona N20. También concuerda con la presencia de *Globigerina bulloides*, *Globigerina apertura*, y *Globigerina rubescens*.

### Paleoecología

Se concluyó que, con relación a la formación Canoa Inferior, existe un entorno de sedimentación en una Plataforma Interna caracterizada por aguas cálidas, cuya concentración salina es variable debido a la presencia de especies eurihalinas. Respecto a la formación Canoa Superior, se determinó que su entorno de sedimentación es mutable, abarcando desde una zona infralitoral hasta litoral.

Los resultados de esta investigación ratifican que, a partir del análisis de los foraminíferos bentónicos y los ostrácodos encontrados, el entorno de sedimentación corresponde a una Plataforma Interna con fluctuaciones en la salinidad, debido a que esta varía desde niveles bajos hasta altos.

### Conclusiones

- Basándonos en la descripción litológica de la región examinada, se puede inferir que los afloramientos ubicados en la zona de El Mangle son representativos de la formación Canoa.
- La naturaleza tectónica se caracteriza por ser resultado de una Orogenia Reciclada, mientras que el contexto tectónico se relaciona con un entorno de Arco Magmático y una Orogenia Reciclada que corresponde al tipo arco de isla.
- Se concluye que la edad relativa de la formación Canoa es Plioceno Inferior a Medio, basándonos en la presencia de los foraminíferos planctónicos *Globorotalia ungulata* y *Globorotalia continuosa*.
- La presencia predominante de foraminíferos bentónicos calcáreos y aglutinados como *Uvigerina peregrina*, *Bulimina marginata*, *Bolivina pisciformis*, *Bulimina denudata*, *Bulimina exilis*, *Bulimina elegantissima*, *Nonion commune*, *Nonion grateloupianii*, *Textularia sagittula*, *Lobatula lobatula*, *Cibicides kullenbergi* y *Trochammina proteus*, lleva a la

conclusión de que el antiguo entorno de sedimentación puede ser identificado como Plataforma interna.

- Debido a la escasez de *Globorotalia continuosa* en el afloramiento AF2, se determina una edad relativa con un rango estratigráfico del Plioceno al Pleistoceno Temprano.
- La presencia de aguas cálidas y la variabilidad en la salinidad debido a especies eurihalinas indican condiciones ambientales fluctuantes en una Plataforma Interna.

### Recomendaciones

- Dada la presencia de una variedad de foraminíferos bentónicos calcáreos y aglutinados que indican un antiguo entorno de Plataforma Interna, se recomienda realizar estudios paleoambientales para reconstruir las condiciones ambientales pasadas de la región. Esto podría incluir análisis de isótopos, sedimentología y otros métodos para comprender cómo han cambiado las condiciones a lo largo del tiempo.
- Debido al contexto tectónico de Arco Magmático y Orogenia Reciclada, sería valioso desarrollar modelos geológicos que expliquen la evolución tectónica de la región. Esto podría incluir la integración de datos geofísicos, geoquímicos y mapeos para comprender cómo se ha formado y modificado la región a lo largo del tiempo.

### Referencias bibliográficas

- Acosta Chilán, Karina Isabel. 2015. "Ubicación Del Contacto Bioestratigráfico Plioceno-Pleistoceno al Noroeste de San José - Sur de La Provincia de Manabí." Tesis, Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11722>.
- Álvarez Córdova, VIVIANA. 2002. "Corte Geológico Del Neógeno En Los Acantilados Entre Santa Rosa y San José Provincia de Manabí." GUAYAQUIL: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Álvarez Cordova, Viviana, Stalin Benitez Acosta, and Martha Ordoñez Fiallos. 2009. "Evolución Tectono-Sedimentaria Plio-Cuaternaria de La Zona Entre Santa Rosa y San José, Prov. de Manabí." *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*, 10. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2500>.
- Baldock, Jhon W. 1982. *Geología Del Ecuador: Boletín de La Explicación Del Mapa Geológico de La República Del Ecuador, Escala 1:1,000,000*. Edited by Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos and Instituto de Ciencias Geológicas del Reino Unido. Quito: Instituto Geográfico Militar. <https://books.google.com.ec/books?id=EjhCHQAACAJ>.
- Celma, Claudio Di, Luca Ragaini, Gino Cantalamessa, and Walter Landini. 2005. "Basin Physiography and Tectonic Influence on Sequence Architecture and Stacking Pattern:

- Pleistocene Succession of the Canoa Basin (Central Ecuador)." *Geological Society of America Bulletin - GEOL SOC AMER BULL* 117 (September): 1226-41. <https://doi.org/10.1130/B25684.1>.
- Celma, Claudio Di, Luca Ragaini, Gino Cantalamessa, and Curzio P. 2002. "Shell Concentrations as Tools in Characterizing Sedimentary Dynamics at Sequence-Bounding Unconformities: Examples from the Lower Unit of the Canoa Formation (Late Pliocene, Ecuador)." *Geobios* 35 (December): 72-85. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(02\)00049-9](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(02)00049-9).
- Chayes, Felix. 1956. *Petrographic Modal Analysis: An Elementary Statistical Appraisal*. Book. Edited by Wiley. New York: John Wiley and Sons [etc.]. [https://books.google.com.ec/books/about/Petrographic\\_Modal\\_Analysis.html?id=\\_dgJAQAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Petrographic_Modal_Analysis.html?id=_dgJAQAIAAJ&redir_esc=y).
- Compton, Robert R. 1962. *Manual of Field Geology*. 4th ed. First Wiley Eastern Reprint. New York: Wiley. <https://books.google.com.ec/books?id=XdQJAQAIAAJ>.
- Cordova P, Joao, and Stephany Pachay Luna. 2023. "Geología de La Formación Canoa (Plioceno), Acantilados Del Sector El Mangle, Cantón Montecristi, Provincia de Manabí." Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68178>.
- Dickinson, William R, L Beard, G Robert Brakenridge, James L Erjavec, Robert C Ferguson, Kerry F Inman, R E X A Knepp, F Alan Lindberg, and Paul T Ryberg. 1983. "Provenance of North American Phanerozoic Sandstones in Relation to Tectonic Setting." *GSA Bulletin* 94 (2): 222-35. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1983\)94<222:PONAPS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1983)94<222:PONAPS>2.0.CO;2).
- Dickinson, William R, and Christopher A Suczek. 1979. "Plate Tectonics and Sandstone Compositions1." *AAPG Bulletin* 63 (12): 2164-82. <https://doi.org/10.1306/2F9188FB-16CE-11D7-8645000102C1865D>.
- Folk, Robert L. 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin: Hemphill Publishing Company. <https://books.google.com.ec/books?id=e-cKAQAIAAJ>.
- Kraglievich, Lucas. 1970. "Informe Preliminar Sobre La Fauna Fósil de La Formación Canoa."
- Lam, Adriane R, and R Mark Leckie. 2020. "Late Neogene and Quaternary Diversity and Taxonomy of Subtropical to Temperate Planktic Foraminifera across the Kuroshio Current Extension, Northwest Pacific Ocean." *Micropaleontology* 66 (3).
- Marchant, Stephen. 1961. "A PHOTOGEOLOGICAL ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE WESTERN GUAYAS PROVINCE, ECUADOR: WITH DISCUSSION OF THE STRATIGRAPHY AND TABLAZO FORMATION, DERIVED FROM SURFACE MAPPING." *Quarterly Journal of the Geological Society* 117 (1-4): 215-31. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.117.1.0215>.
- Munsell. 2009. "Rock-Color Chart." *X-Rite*, 11. [http://www.vawaterwellassociation.org/wp-content/uploads/2014/05/Munsell-sample-from-the-munsell-website-CIPA00011\\_599.pdf](http://www.vawaterwellassociation.org/wp-content/uploads/2014/05/Munsell-sample-from-the-munsell-website-CIPA00011_599.pdf).
- Núñez del Arco, Eugenio. 2003. *Geología Del Ecuador*. Edited by Escuela Superior Politécnica del Litoral. Colección Nuestros Valores. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://books.google.com.ec/books?id=x67AtgAACAAJ>.
- Ordóñez, Martha, Nelson Jiménez, and Johnny Suárez. 2006. *Micropaleontología Ecuatoriana*. Edited by Petroproducción. Quito: Centro de investigaciones Geológicas de Guayaquil.
- Ovechkina, María, Marina Bylinskaya, and Ron Uken. 2010. "Planktonic Foraminiferal Assemblage in Surface Sediments from the Thukela Shelf, South Africa." *African Invertebrates* 51 (December): 231-254. <https://doi.org/10.5733/afin.051.0202>.
- Paladines, Agustín. 1989. *Zonificación Geotectónica y Metalogenia Del Ecuador*. Instituto. Quito.
- Pilsbry, Henry A, and Axel A Olsson. 1941. "A Pliocene Fauna from Western Ecuador." *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 93 (February): 1-79. <http://www.jstor.org/stable/4064329>.
- Powers, Maurice Cary. 1953. "A New Roundness Scale for Sedimentary Particles." *Journal of Sedimentary Research* 23 (2): 117-19. <https://doi.org/10.1306/D4269567-2B26-11D7-8648000102C1865D>.
- Savoyat, E. 1971. "Leyenda Explicativa de La Hoja de Montecristi, 1/100.000." *Departamento de Investigación Geológica, Ministerio de Recursos Naturales y Turismo*.
- Servicio Geológico Nacional. 2008. "Hoja Geológica de Montecristi." *Ministerio de Minas y Petróleo*.
- Wentworth, Chester K. 1922. "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments." *The Journal of Geology* 30 (5): 377-92. <https://www.jstor.org/stable/30063207>.