

**DIVERSIDAD DE OSTRÁCODOS DE LA LAGUNA DEL ATOLÓN DE
SERRANA (ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA) Y SU
POSIBLE RELACIÓN CON LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS DE LOS
ÚLTIMOS ~400 AÑOS.**



Laura Inés Bernal Garzón.

Universidad de Caldas
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Programa de Geología
Manizales, Caldas
Agosto de 2021

**DIVERSIDAD DE OSTRÁCODOS DE LA LAGUNA DEL ATOLÓN DE
SERRANA (ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA) Y SU
POSIBLE RELACIÓN CON LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS DE LOS
ÚLTIMOS ~400 AÑOS.**

Laura Inés Bernal Garzón

Trabajo de grado

Director

Andrés Felipe Salazar Ríos, M. Sc.

Codirectora

Maria Inês Feijó Ramos, Ph. D.

Universidad de Caldas

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Programa de Geología

Manizales, Caldas

Agosto de 2021

El M. Sc. **Andrés Felipe Salazar Ríos** (director), investigador asociado al Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas, y la Ph D. **María Inês Feijó Ramos** (Codirectora), investigadora del Museu Paraense Emílio Goeldi (Brasil).

CERTIFICAN:

Que la estudiante **Laura Inés Bernal Garzón** ha realizado y completado satisfactoriamente bajo nuestra supervisión en el Departamento de Ciencias Geológicas, adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Caldas, el trabajo de grado titulado:

Diversidad de ostrácodos de la laguna del atolón de Serrana (Archipiélago de San Andrés y Providencia) y su posible relación con los cambios climáticos de los últimos ~400 años.

Y para que quede constancia, firmamos el presente certificado el 25 de agosto de 2021.



M. Sc. Andrés Felipe Salazar Ríos

Director



Ph D. María Inês Feijó Ramos

Codirectora

Agradecimientos.

Agradezco a Lizeth Puerres y Gladys Bernal por las muestras de la tesis. A los docentes Andrés Pardo y Raúl Tejos, a Don David, Don Gustavo, Juan Pablo, Darwin y María Dolly por su amabilidad y colaboración dentro del Instituto de Investigación en Estratigrafía (IIES). A mi director de tesis Andrés Salazar por su confianza, apoyo, paciencia, todo el conocimiento brindado, por mostrarme lo bonito del mundo de la investigación y sobre todo por su dedicación. A Alejandra por su increíble disposición y ayuda con los análisis estadísticos de la tesis. A la profesora Maria Inés por sus aportes y revisiones a este manuscrito.

A mis amigos Jessi por su alegría, bonita amistad y complicidad, a Cami, Valen Domínguez, Valen H, Pablo Henao, Mateo Gómez, Johan Sánchez y Lau Leal por su increíble energía, apoyo incondicional, risas, bullying y gratos momentos a lo largo de nuestra vida universitaria. A Oscar por su cariño, creer en mí y sostenerme en los momentos más difíciles. A mis padres por su amor invaluable, creer en mí como persona y como profesional, ser mis confidentes y brindarme la oportunidad de estudiar, aprender y crecer siempre con su apoyo. A mi abuela por llenar mi vida de amor y comida deliciosa.

RESUMEN

Los ostrácodos son crustáceos microscópicos con un caparazón bivalvo calcítico que fosiliza con facilidad, lo que los convierte en uno de los microfósiles calcáreos más comunes. A pesar de que son ampliamente usados como indicadores (paleo)ambientales y (paleo)climáticos, los estudios en Colombia son muy limitados con respecto a otros grupos de microfauna calcárea y orgánica. Siendo los ostrácodos un componente común de la microfauna arrecifal, su conocimiento en estos ecosistemas en el Caribe colombiano es prácticamente nulo, limitado a algunos reportes aislados, y donde la taxonomía rara vez llega a nivel de especie, a pesar de que el país tiene una reserva de biósfera arrecifal declarada por la UNESCO (en el Archipiélago de San Andrés y Providencia).

En esta investigación se realiza por primera vez un trabajo sistemático de los ostrácodos de 21 muestras distribuidas a lo largo de un núcleo de sedimento de 80 cm en la laguna del Atolón de Serrana, al noreste del Archipiélago de San Andrés. La preservación del material es excelente y las características tafonómicas del registro sugieren que los microfósiles no tuvieron un retrabajamiento importante.

El análisis sistemático permitió identificar 67 especies desconocidas hasta ahora en el archipiélago, la mayoría de ellas ampliamente registradas en el Caribe. En contraste, otras especies tienen afinidad del Indo-Pacífico (interpretadas aquí como colonizadores del corredor marino de América Central, establecidas en Serrana antes del Cierre del Istmo de Panamá), mientras que otras son nativas de la plataforma oriental de Suramérica (posiblemente transportadas por corrientes marinas superficiales hacia el Caribe), y en algunos casos hay especies pandémicas, distribuidas globalmente en los trópicos (inferidas en la literatura como transportadas por medios antrópicos).

La presencia de *Kotoracythere inconspicua* en el Caribe ha sido interpretada como introducida por las embarcaciones europeas desde África a partir del siglo XVI. Su presencia cerca de la base del núcleo sugiere una edad máxima de depositación del año ~1600 e.c. Asumiendo esta edad y una tasa de sedimentación constante, y a la espera de datos cronológicos posteriores (^{14}C o $^{210}\text{Pb}/^{137}\text{Cs}$) que lo confirmen, las abundancias, diversidad y biozonación de ostrácodos en el núcleo parecen tener una correlación con el clima (temperatura superficial o salinidad), exhibiendo patrones característicos para la fase tardía de la Pequeña Edad de Hielo (~1600-1850 e.c.) y para el Periodo Industrial (~1850 e.c. – Reciente). Nuestros resultados están en consonancia con estudios recientes en el Caribe que sugieren cambios en las asociaciones de la microfauna como respuesta a cambios climáticos a escala centenal.

Este estudio permitió la publicación de un renombramiento de una especie de ostrácodo en el Eoceno de Jamaica, *Paracytheridea pucketti* nom. nov.

ABSTRACT

Ostracods are microscopic crustaceans with a calcitic bivalve shell that fossilizes easily, making them one of the most common calcareous microfossils. Although they are widely used as (paleo)environmental and (paleo)climatic indicators, studies in Colombia are very limited with respect to other groups of calcareous and organic microfauna. Being ostracods a common component of the reef microfauna, their knowledge in these ecosystems in the Colombian Caribbean is practically null, limited to some isolated reports, and where taxonomy rarely reaches the species level, despite the fact that the country has a reef biosphere reserve declared by UNESCO (in the Archipelago of San Andres and Providencia).

This research is the first systematic study of ostracods from 21 samples distributed along an 80 cm sediment core in the lagoon of Serrana Atoll, northeast of the San Andres Archipelago. The preservation of the material is excellent and the taphonomic characteristics of the record suggest that the microfossils did not undergo significant reworking.

Systematic analysis identified 67 species previously unknown in the archipelago, most of them widely recorded in the Caribbean. In contrast, the remaining species have Indo-Pacific affinity (interpreted here as colonizers of the Central American marine corridor, established in Serrana before the Isthmus of Panama Closure), while others are native to the eastern shelf of South America (possibly transported by surface marine currents to the Caribbean), and in some cases there are pandemic species, globally distributed in the tropics (inferred in the literature as transported by anthropogenic means).

The presence of *Kotoracythere inconspicua* in the Caribbean has been interpreted as introduced by European ships from Africa from the 16th century onwards. Its presence near the base of the core suggests a maximum depositional age of ~1600 CE. Assuming this age and a constant

sedimentation rate, and pending further chronological data (^{14}C or $^{210}\text{Pb}/^{137}\text{Cs}$) to confirm this, ostracod abundances, diversity and biozonation in the core appear to correlate with climate (surface temperature or salinity), exhibiting characteristic patterns for the late phase of Little Ice Age (~1600-1850 CE) and for the Industrial Period (~1850 CE - Recent). Our results are in line with recent studies in the Caribbean that suggest changes in microfaunal associations in response to centennial-scale climatic changes in the late Holocene.

This study made it possible to the publication of a renaming of an ostracod species in the Eocene of Jamaica, *Paracytheridea Pucketti*, nom. nov.

Tabla de Contenido

1. Introducción	12
2. Objetivos	15
3. Marco geológico.....	16
3.1 Marco tectónico.....	16
3.2 Atolón de Serrana.....	17
3.3 Contexto climático del Caribe en los últimos 1000 años.	20
4. Metodología	22
5. Resultados	25
5.1. Recobro, preservación e indicadores <i>in situ</i>	25
5.3. Abundancia y patrones de biodiversidad de los ostrácodos.....	66
5.3.1 Abundancia y biozonamiento	66
5.3.2 Patrones de diversidad.....	69
6. Discusión.....	70
6.1 Recobro, preservación e indicadores <i>in situ</i>	70
6.2 Sistemática e implicaciones geográficas y ecológicas	72
6.3. Modelo de edad	75
6.4. Implicaciones de la zonación con los patrones de abundancia e índices de biodiversidad	77
6.5. ¿Responden los ostrácodos a los cambios climáticos del último milenio?	79
7. Conclusiones	85
8. Recomendaciones.....	87
Referencias	88
Planchas.....	103

Listado de Figuras

Figura 1. Localización regional del atolón de Serrana en el Mar Caribe.....	14
Figura 2. Morfología general y ambientes sedimentarios del atolón de Serrana.	19
Figura 3. Características externas de las especies del NCS1.....	26
Figura 4. Ontogenia de <i>Paranesidea harpago</i> Kornicker de la muestra 0-2 cm.	27
Figura 5. Diagrama estratigráfico.	68
Figura 6. Gráfica de Abundancia Relativa de Ostrácodos en el núcleo NCS1.	69
Figura 7. Gráfica de Índices de Shannon (H) en el núcleo NSC1.....	69
Figura 8. Gráfico de Dispersión Altura vs Longitud de las valvas para la Lv y Rv de Adultos y Juveniles de <i>P. Harpago</i> en la muestra más superficial (0-2 cm).....	72
Figura 9. Mapa de afinidad biogeográfica de las especies de Serrana.	74
Figura 10. Abundancia e Índice de diversidad de Shannon (H) en relación con las Biozonas.	79
Figura 11. Registro de abundancia relativa, índice de Shannon (H), la señal climática de los últimos 400 años (desde 1600 e.c.).	82
Figura 12. Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DCA).....	84

Listado de tablas

<i>Tabla 1</i>	75
<i>Tabla 2</i>	78

Listado de Planchas

<i>Plancha 1</i>	103
<i>Plancha 2</i>	106
<i>Plancha 3</i>	108
<i>Plancha 4</i>	111
<i>Plancha 5</i>	113
<i>Plancha 6</i>	116
<i>Plancha 7</i>	118
<i>Plancha 8</i>	120
<i>Plancha 9</i>	122

1. Introducción

A pesar de que ocupan menos del 0,1% de la superficie de la Tierra, los arrecifes de coral son quizás el ambiente marino de mayor biodiversidad, estimada entre 1 a 3 millones de especies (Small et al., 1998; Reaka-Kudla, 2005). Siendo incluso mayor por área que los bosques húmedos tropicales, esa enorme biodiversidad es en su mayor parte desconocida, dado el pequeño tamaño de muchas especies, su rareza, la presencia de especies crípticas, limitaciones de muestreo y la variedad de clados presentes (Small et al., 1998; Reaka-Kudla, 2005; Knowlton et al., 2010).

El Mar Caribe se encuentra en un importante punto caliente de biodiversidad marina global, concentrada a lo largo de las Antillas y la costa norte de Suramérica (Miloslavich et al., 2010; Bryant et al., 2016), involucrando a los arrecifes de Belice, Colombia, Honduras, México, Nicaragua y Panamá (Wells 1988). Entre estos complejos arrecifales, el Archipiélago de San Andrés y Providencia, localizado al oeste del Caribe colombiano, está compuesto por dos islas principales y cinco atolones y bancos coralinos, los cuales por su importancia en la biodiversidad regional han sido declarados como la Reserva de la Biósfera Seaflower por la UNESCO en el 2000 (Díaz et al., 1996; CCO, 2015), abarcando un Área Marina Protegida (AMP) de 65.018 km² (CORALINA-INVEMAR 2012) (Figura 1), la cual es monitoreada constantemente para su preservación (Garzón-Ferreira & Rodríguez-Ramírez, 2010; CORALINA-INVEMAR, 2012; Taylor et al., 2013).

En la reserva Seaflower se han contabilizado 2564 especies (CORALINA, 2020); no obstante, dicho inventario es muy limitado (Vides et al., 2016). La mayoría de estudios taxonómicos se concentra en la macrofauna como corales, octocorales, esponjas, algas (Díaz et al., 1996; Díaz-Pulido et al., 2004), algas marinas bentónicas (Díaz-Pulido & Bula-Meyer, 1997) y peces (Rivas, 1971; Acero et al., 2019). Aunque en las últimas décadas se ha avanzado en el conocimiento de

los invertebrados bentónicos y la microfauna, como anélidos, equinodermos, dinoflagelados, foraminíferos, moluscos y crustáceos (Schmitt, 1939; Burgl, 1961; von Prahl & Manjarrés, 1984; Martínez-Barragán et al., 2009; Rodríguez et al., 2010; Vides et al., 2016). Dentro de la microfauna, no se han presentado estudios de ostrácodos en el Archipiélago de San Andrés, salvo el reporte aislado de una especie en la isla de San Andrés (Jellinek 1995) y la tesis no publicada de Jara Baquero (2007) para la isla de Providencia, donde se reportan 4 taxones, identificados solamente a nivel de género o familia.

Los ostrácodos son microcrustáceos constituidos de un caparazón bivalvo calcítico, que habitan casi todos los ambientes oceánicos, siendo de gran importancia en estos ecosistemas (Holmes, 2002; Boomer & Eisenhauer, 2002; Rodríguez-Lázaro & Ruiz-Muñoz, 2012). Gran variedad de trabajos sobre taxonomía, ecología y distribución de este grupo se han publicado en los arrecifes coralinos del Caribe, como en las Bahamas (Kornicker, 1961, 1963), Belice (Teeter, 1975), Bermuda (Maddocks & Iliffe, 1986; Keyser & Schöning, 2000) y México (Krutak, 1982; van den Bold, 1988; Krutak & Gío-Argaez, 1994).

Los caparazones calcíticos de los ostrácodos son proclives a preservarse en los sedimentos, así que son usados como un excelente *proxy* en reconstrucciones paleoecológicas y paleoclimáticas en el Cuaternario (e.g. Rodríguez-Lázaro & Ruiz-Muñoz, 2012; Burn et al., 2016). De esta manera, el conocimiento de la diversidad y los patrones de su distribución en el registro sedimentario de ostrácodos en el Holoceno del archipiélago, es una valiosa oportunidad para comprender la respuesta de las comunidades bentónicas al cambio climático actual, en especial a los eventos de blanqueamiento masivo en el Caribe de los últimos años (Gardner et al., 2003; McWilliams et al., 2005; Eakin et al., 2010; Glynn, 2011), así como a otros cambios a escala centenal, donde el Caribe muestra fuertes cambios en la precipitación regional y la temperatura de las masas de agua

superficiales durante el último milenio (e.g. Burn et al., 2016; Haase-Schramm et al., 2003; Haug et al., 2001, 2003; Schneider et al., 2014).

En este trabajo se presenta por primera vez un estudio taxonómico detallado y una estimación de la diversidad de ostrácodos de los últimos ~400 años en la laguna del atolón de Serrana, al norte del Archipiélago de San Andrés y Providencia (Figura 1), evaluando la relación de la abundancia y diversidad de estos con los eventos climáticos ocurridos al final del Holoceno tardío.

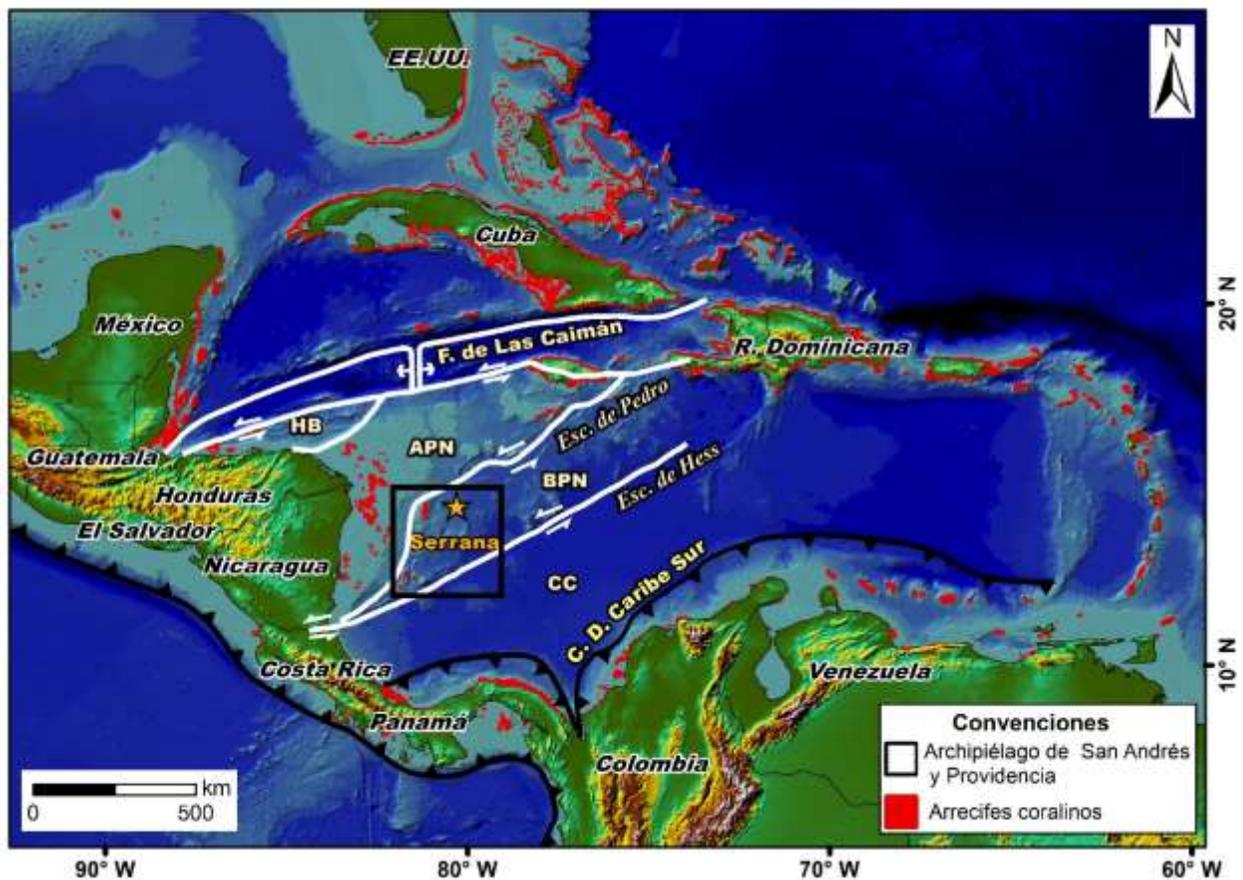


Figura 1. Localización regional del atolón de Serrana en el Mar Caribe.

El modelo del terreno usa los datos topográficos de SRTM (2013) y batimétricos de GEBCO (2019); la distribución de los arrecifes de coral es tomada de IMaRS/USF (2011). Los principales rasgos tectónicos están basados en Torrado et al. (2019). APN: Alto Promontorio de Nicaragua; BPN: Bajo Promontorio de Nicaragua; CC: Cuenca Colombia; FH: Frontera Hondureña.

2. Objetivos

Objetivo General

- Identificar la fauna de ostrácodos de la laguna del atolón de Serrana, su significado biogeográfico y definir las posibles causas de los cambios en la diversidad de estos crustáceos a lo largo del núcleo NCS1.

Objetivos Específicos

- Describir la fauna de ostrácodos encontrados, así como su abundancia y diversidad a través del núcleo.
- Establecer la afinidad biogeográfica de los ostrácodos de Serrana con otras localidades del Caribe u otras provincias, o su posible endemismo.
- Determinar si existen cambios significativos en el comportamiento de las especies a lo largo del núcleo.
- Relacionar el patrón de diversidad y distribución de los ostrácodos en el núcleo a posibles eventos bióticos o abióticos locales o regionales.

3. Marco geológico

3.1 Marco tectónico

El área de estudio se encuentra al suroeste de la Placa Caribe, donde ocurre un pronunciado engrosamiento de la corteza llamado el Promontorio de Nicaragua (PN), el cual se extiende desde la costa de Nicaragua hasta el SW de la isla de La Española, limitado al norte por la Fosa de las Caimán y al sur por el Escarpe de Hess; el Promontorio de Nicaragua está subdividido en el Alto Promontorio de Nicaragua (APN, actual plataforma continental de Nicaragua) y el menos pronunciado Bajo Promontorio de Nicaragua (BPN), siendo separados por una zona de falla de rumbo regional con dirección noreste llamada el Escarpe de Pedro (Geister, 1992; Torrado et al., 2019) (Figura 1). El basamento del PN se compone de basaltos con intercalaciones sedimentarias del Cretácico tardío, suprayacidos por ~2-5 km de rocas plataformales y marinas profundas del Eoceno medio-tardío, Oligoceno-Mioceno tardío y Plioceno-Reciente (Case et al., 1984; Munar, 2000; Torrado et al., 2019).

Al occidente del BPN, al sur del Escarpe de Pedro, estructuras de horst y graben asociados a fracturas y fallas con dirección NE y NW (Munar, 2000) producen una serie de depresiones como el Rift de San Andrés, así como crestas y montes submarinos, entre ellos el Archipiélago de San Andrés y Providencia, alineados en dirección NE (Geister, 1992; Carvajal-Arenas & Mann, 2018). El archipiélago se compone de una cadena de volcanes submarinos asociados que extruyen a través de dichas fracturas, los cuales fueron activos al parecer en el Paleógeno hasta el Mioceno, siendo la isla de Providencia la única excepción registrada, donde el vulcanismo continuó en el Plioceno (Geister, 1992; Álvarez-Gutiérrez et al., 2014). La sedimentación arrecifal comenzó cuando esos volcanes submarinos alcanzaron la superficie en el Mioceno temprano, encontrándose en sus depósitos evidencia de numerosas variaciones en el nivel del mar a lo largo del Neógeno-

Cuaternario, como el desarrollo de terrazas erosivas y paleosuelos (Geister, 1992; Díaz et al., 1996; Geister & Díaz, 2007.; Díaz & García-Llano, 2010). En su evolución, la constante subsidencia, erosión y el crecimiento de arrecifes dio como resultado el desarrollo de un cinturón de atolones en el Archipiélago, entre los que se encuentran Albuquerque, Courtown, Roncador, Quitasueño, Serrana y Serranilla (Geister & Díaz, 2007); en su conjunto, el complejo arrecifal del archipiélago forma una de las mayores barreras arrecifales del hemisferio occidental (Díaz et al., 2000; Geister & Díaz, 2007).

3.2 Atolón de Serrana

El atolón de Serrana forma un complejo arrecifal de carácter irregular, aunque sus márgenes oeste y norte están alineados con las fracturas regionales (Munar, 2000). Abarca 341,2 km², con pequeños cayos arenosos emergidos, diseminados en su borde que comprenden 0,3 km² y se encuentra deshabitado, con excepción de un puesto de la Armada Nacional de Colombia (Díaz et al., 2000; Figura 2A). El atolón se compone de un arrecife periférico de barlovento, continuo en sus bordes norte, este y sur, con excepción de 3 canales profundos localizados en el sur y noreste, mientras que el borde occidental se encuentra a sotavento comunicándose plenamente con el mar abierto, ya que sólo presenta algunos corales aislados. Hacia el mar abierto el arrecife periférico se encuentra precedido por una zona plana y amplia con fragmentos coralinos y algunos corales aislados (terraza prearrecifal), seguida por una zona con fuertes pendientes que limitan el atolón (talud), mientras que en dirección a la laguna se encuentra otra zona de baja pendiente compuesta de dunas de arenas bioclásticas producto de la erosión del arrecife (terraza lagunar), generando una pendiente abrupta hacia la laguna, donde las aguas son de muy baja o nula energía (Díaz et al., 1996; 2000; Geister & Díaz, 2007; Cantor Acosta, 2016; Figura 2A).

Así pues, la batimetría del atolón está fuertemente controlada por el tipo de fondo, la cual a su vez está relacionada a la energía del entorno y tipo de comunidad que la habita. La cuenca lagunar puede alcanzar los 15 m de profundidad, siendo variable por la morfología de dunas, tapetes de macroalgas y la presencia de arrecifes de parche y arrecifes internos que dividen el interior del atolón en tres cuencas lagunares, de las cuales las del norte y el este se encuentran parcialmente restringidas (Díaz et al., 1996; Figura 2A y 2B). Los lugares del arrecife que se encuentran directamente sobre la rompiente de las olas (barlovento), presentan una terraza lagunar de mayor amplitud, aunque la refracción de las olas también producen una amplia terraza lagunar al suroeste del cay, donde se encuentra el núcleo tomado para este estudio (Díaz et al., 1996; Figura 2A).

Los vientos y el oleaje son representativos de los vientos alisios en este sector, provenientes del E y del NE; las mareas, siguiendo el patrón regional, son muy pequeñas, del orden de 14 cm, aunque las olas pueden superar los 3 m de altura (Baron-Vargas & Pauwels-Romero, 2015; Cantor Acosta, 2016). La salinidad en el área de Serrana es alta, variando entre 34-36 ups (Garay et al., 1988). Aunque en el Southwest Cay del atolón hay un pozo local de agua salobre, ninguna corriente local o desde Centroamérica disminuye la salinidad local (Geister & Díaz, 2007).

Los fenómenos atmosféricos que suelen formarse en el Atlántico (Ortíz, 2007) han llegado a afectar directamente el Archipiélago de San Andrés en el pasado (Geister & Díaz, 2007). Los huracanes son uno de estos fenómenos y aunque el registro cualitativo y cuantitativo sobre su paso está disponible solo desde el año 1900 (Bernal et al., 2016), Scheffers et al. (2009) indican que en los últimos 100 años cerca 1000 tormentas tropicales y 200 huracanes de categorías 2-5 ocurrieron en el Caribe. De acuerdo a los datos de la NOAA (2020) se han presentado 23 huracanes y 11

tormentas y depresiones tropicales desde 1852, usando en un límite de 70 km a la redonda (Anexo 3); estos eventos que afectaron al atolón no cambiaron apreciablemente su geomorfología, al menos en las últimas décadas (Cantor Acosta; 2016).

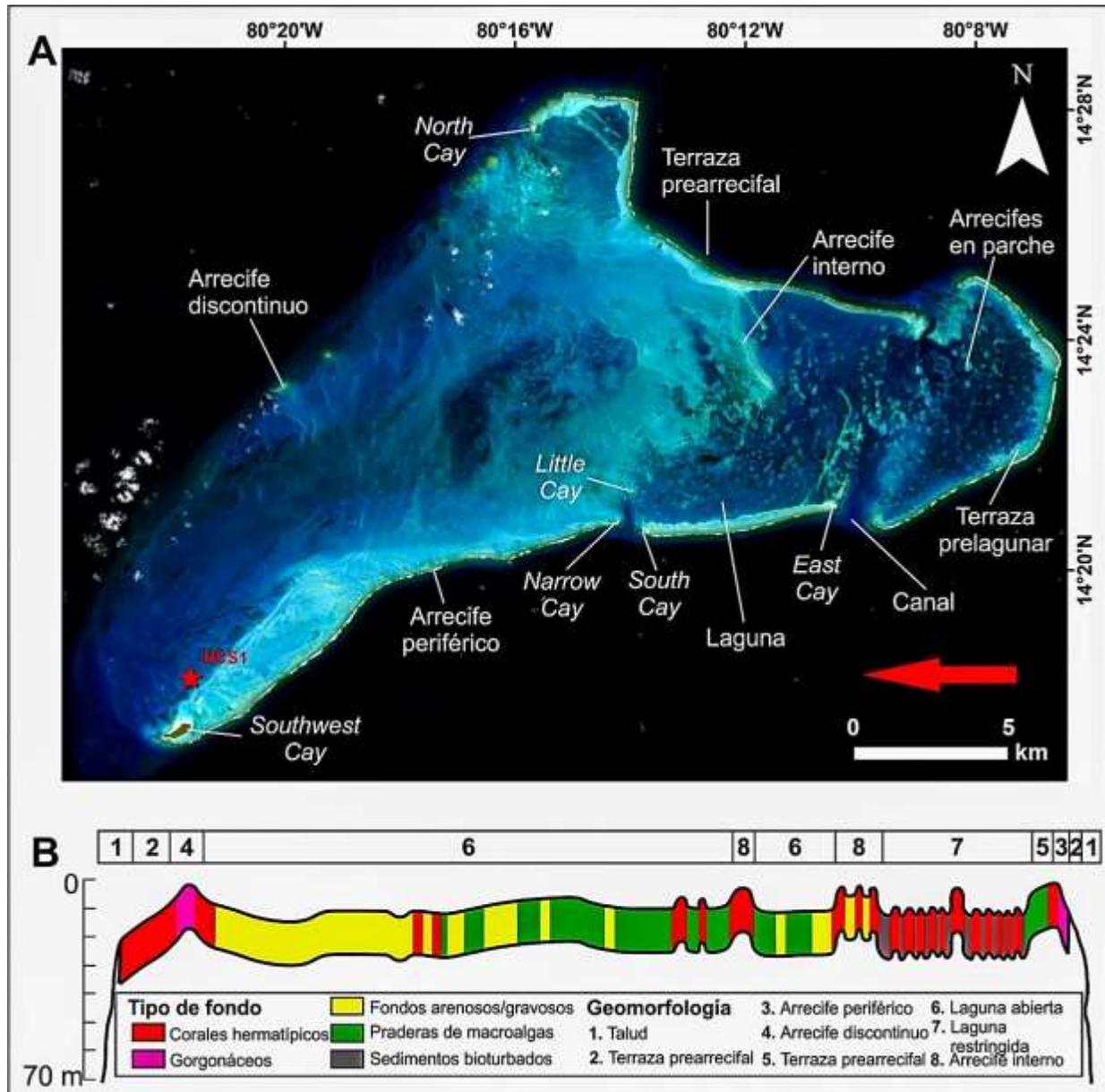


Figura 2. Morfología general y ambientes sedimentarios del atolón de Serrana.

A. La imagen satelital (tomada del USGS), Landsat muestra los principales rasgos del atolón, y la localización del núcleo NCS1 usado en este estudio. La flecha roja indica la dirección

principal de los vientos y las olas. B. Perfil batimétrico generalizado en dirección E-W del atolón, la batimetría y los tipos de fondo fueron redibujados de Díaz et al. (1996).

3.3 Contexto climático del Caribe en los últimos 1000 años.

El clima en el archipiélago es húmedo seco tropical, y su precipitación y temperatura intra-anual son fuertemente controladas por la migración de la ITCZ (e.g. Haug et al., 2003). La precipitación aproximada es de 1750 mm/año (Milliman 1969) presentando una estación seca entre diciembre y mayo y una estación húmeda entre junio y noviembre, donde se concentra la mayor parte de las lluvias (Garay et al., 1988, Milliman, 1969). La temperatura media anual del agua es de 27,2°C (Garay et al., 1988).

Durante el último milenio el Archipiélago de San Andrés y el Caribe en general han experimentado diferentes eventos climáticos, como: **1)** el final del evento local denominado Sequia Clasica Terminal (TDC por sus siglas en inglés) entre los años 700-1100 era común (e.c.); este fue un intervalo frío y de fuertes sequías al oeste del Caribe, como lo muestran los datos isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ en estalagmitas en Belice (Kennett et al., 2012), la geoquímica de sedimentos; principalmente horizontes de yeso en México (Hodell, et al., 2005), la baja concentración de Ti en sedimentos en la Cuenca de Cariaco (Haug et al. 2003), valores isotópicos de $\delta\text{D}_{\text{alkane}}$ en núcleos de sedimento y de O^{18} en valvas de ostrácodos en dos lagunas de las Antillas Mayores (Lane et al., 2009; Lane et al., 2014) y abundancia de Quironómidos subfósiles de un lago glacial en Costa Rica (Wu et al. 2019); **2)** un evento a escala global llamado la Anomalía Climática Medieval (MCA), ocurrido entre el 950-1250 e.c., como una fase cálida, con un patrón general de condiciones secas en regiones de Norte América (Seager et al. 2007) y Panamá (Lachniet et al., 2004) mientras que en algunas zonas del Caribe como México (Lachniet et al., 2017), Cuba (Fensterer et al. 2012), República Dominicana (Lane et al., 2011) y Nicaragua (Stansell et al. 2013), se registró un periodo húmedo hasta aproximadamente el 1200 e.c. Los estudios anteriores

coinciden en que se tenían condiciones similares a “La Niña” en el Pacífico tropical durante este periodo.

3) Posterior al MCA ocurre entre el 1250-1400 e.c un cambio abrupto a condiciones más secas, registrado en los valores de δO^{18} de los caparzones de ostrácodos en el Lago Gancho en Nicaragua (Stansell et al. 2013) dando lugar al evento climático denominado La Pequeña Edad de Hielo (PEH) comprendido entre el 1400–1850 e.c. En ese intervalo el Caribe experimentó temperaturas superficiales del mar de aproximadamente 2°-3°C inferiores a las actuales (Winter et al., 2000; Watanabe et al., 2001; Haase-Schramm et al., 2003; Richey et al., 2009), principalmente entre el 1400 – 1550 e.c (Nyberg et al. 2002), 1600, 1750 y 1800 e.c. (Keigwin, 1996; Winter et al., 2000; Goodkin et al., 2005; Richey et al., 2007; Richey et al., 2009). La PEH coincide con un periodo de baja radiación solar (Lean et al, 1995), donde predominan las condiciones secas (Stansell et al., 2013; Wu et al., 2019) aunque no constates, registrándose algunos intervalos de mayor precipitación (Burn et al., 2016; Watanabe et al., 2001). Asimismo, se observa una mayor variabilidad en la salinidad (Watanabe et al. 2001) con picos mínimos en 1400 y 1600 e.c (Nyberg et al. 2002). 4) Posterior a este periodo relativamente frío y seco, inició un aumento gradual de temperatura global de ~0,74°C (entre 1906-2005 e.c) que se evidenció a partir de ~1850 e.c. hasta la actualidad con calentamiento más acelerado de 1970 e.c. hasta la actualidad (e.g. Trenberth, 2007) representado por una temperatura promedio de 28,3°C en el Caribe (Periodo cálido I e.g. Booker et al., 2019).

4. Metodología

El núcleo NCS1 se recuperó en la terraza lagunar de la laguna principal del atolón Serrana en agosto de 2016, en las coordenadas 14° 18' 07.5"N, 80° 21' 36.1"W, aproximadamente a 1,3 km al norte del Southwest Cay (Figura 2A). La columna de agua en el sitio de muestreo tiene 10,1 m, y se lograron recuperar 80 cm de espesor de sedimento. El núcleo fue dividido en 40 muestras cada 2 cm, y tamizadas a través de mallas estándar de 2000, 1000, 500, 250 y 125 μm por el grupo de investigación OCEANOS de la Universidad Nacional de Colombia.

Para este estudio se seleccionaron 21 muestras. La primera corresponde a la más superficial (0-2 cm), mientras las 20 restantes se tomaron cada 2 cm (2-4 cm, 6-8 cm, 10-12 cm, etc.) hasta llegar a los 80 cm de profundidad. Para el análisis de ostrácodos se realizó el *picking* de valvas aisladas y caparazones de las muestras por medio de lupas binoculares en el Instituto de Investigaciones en Estratigrafía (IIES) de la Universidad de Caldas. Las fracciones de los tamices de 2000, 1000 y 500 μm fueron analizadas en su totalidad, mientras que para las fracciones de 250 y 125 μm se recuperaron 200 individuos aleatorios por fracción, en la búsqueda de especies diminutas y/o juveniles. El tamaño de la muestra de 200 individuos en las fracciones finas permite obtener una probabilidad del 99% de extraer especies cuya abundancia en la población sea $\geq 2,3\%$, y del 95% para especies con abundancias $\geq 1,5\%$ (*sensu* Fatela & Taborda, 2002), con lo cual el conteo es representativo de la mayor parte de la diversidad en la fracción. Las fracciones usadas son pesadas en básculas de precisión antes del *picking* para obtener la abundancia relativa de los ostrácodos en el sedimento seco; para el caso de las mallas de 250 y 125 μm se extrapoló el peso de la fracción con 200 individuos al peso total de la fracción, para obtener el número de individuos totales en la fracción.

Los individuos fueron fotografiados en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de la Universidad de Caldas (marca FEI Quanta 250) y en foco extendido usando una cámara (marca Nikon digital sight). Para la clasificación supragenérica de los ostrácodos, en este trabajo se usa la propuesta de Horne et al. (2002). La información ecológica fue colectada de las localidades tipo de cada especie, así como de otras ocurrencias registradas en la bibliografía.

El diagrama estratigráfico que muestra las abundancias relativas de los ostrácodos a través del núcleo se realizó con el software *Psimpoll* 4.27 (Bennett, 2009). Además se realizó un análisis de zonación, para lo cual previamente se transformaron los datos utilizando raíz cuadrada para estabilizar las varianzas y aumentar la importancia de las especies raras, excluyendo las especies con abundancias menores a 5 individuos. Se utilizó el método CONISS (e.g método aglomerativo que utiliza disimilitud con distancias euclidianas, Grimm 1987), con el fin de establecer biozonas basadas en conjuntos de especies de ostrácodos con distribuciones temporales similares (Bennett 2009), donde los valores de las muestras contiguas tienen mayor influencia (Grimm 1987).

Posteriormente usando el paquete “vegan” en el software R 4.0.5 se realizó un análisis de correspondencia sin tendencia (DCA, por sus siglas en inglés), el cual resume los cambios ecológicos a través del tiempo (Hill & Gauch 1980), a partir de especies con abundancias mayores a 5 individuos. El significado del eje DCA 1 se infirió al evaluar la posición relativa de las especies de acuerdo con su distribución en los gradientes ambientales (e.g. Pérez et al., 2021).

La estimación de la diversidad de especies de cada muestra se realizó usando el índice de entropía (H) de Shannon (1948, i.e. cuantificación del número y abundancia de las especies) por medio del programa PAST v. 4.03 (Hammer et al. 2001), calculados a partir de las tablas de conteo (Anexo 1) con la formula $H = -\sum \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$ (n_i , número de individuos; n , número de individuos total). Se excluyeron del conteo de diversidad *Glyptobairdia coronata*, *Keijcyoidea praecipua*,

Kotoracythere inconspicua y *Triebelina sertata*, debido a que se consideran especies del frente arrecifal, alóctonas en la laguna (ver 5.2. Sistemática). Esta medida de diversidad se encuentran entre las más usadas en la cuantificación de la diversidad en análisis ecológicos y micropaleontológicos, (e.g. Cronin & Raymo, 1997; Magurran, 2004).

5. Resultados

5.1. Recobro, preservación e indicadores *in situ*.

En las 21 muestras analizadas en este estudio fue posible extraer 7087 ostrácodos entre caparazones y valvas (ver Anexo 1). Fueron identificadas 68 especies bentónicas de 40 géneros pertenecientes a 15 familias, de las cuales, las familias Hemicytheridae y Bairdiidae engloban un 38% de los géneros. Solo cinco géneros están representados por más de tres especies: *Cytherella*, *Caudites*, *Loxoconcha* y *Paranesidea* (con 4 especies cada uno) y *Xestoleberis* (5 especies); la mayoría de géneros están constituidos por una única especie.

Los caparazones y valvas recolectados desde la base hasta el techo del núcleo se encuentran bien preservados en su mayoría, con solo el 6,9% presentando alguna fractura o un bajo nivel de desgaste. Ciertas estructuras frágiles como espinas, denticulos, la pigmentación original, y sensilias (estas últimas son estructuras sensoriales ubicadas en la parte externa de las valvas), se encuentran preservadas en especies como *Paranesidea harpago*, *Neonesidea gerda*, *Aponesidea* sp. 2, *Neonesidea* aff. *Schulzi* y *Pontocypris* sp. (Figura 3). Asimismo fue posible observar dentro de los caparazones de especímenes de *Pontocypris* sp. algunos restos de las partes blandas del organismo (Figura 3-3).

La población de algunas especies comprende un espectro continuo desde estadios juveniles hasta adultos, permitiendo la reconstrucción general del desarrollo ontogénico de la especie en cada muestra del núcleo, como se observa en el caso de *Paranesidea harpago* de la Figura 4. Por otra parte cabe resaltar que las especies con caparazones y valvas de naturaleza delgada y frágil, como *Pellucistoma magniventra*, *Phlyctocythere recta* y *Pontocypris* sp. se encuentran bien conservadas con gran número de caparazones y valvas individuales completas a lo largo del núcleo (Anexo 1; Pl. 2 figs. 19-24; Pl. 9 figs. 19-22).

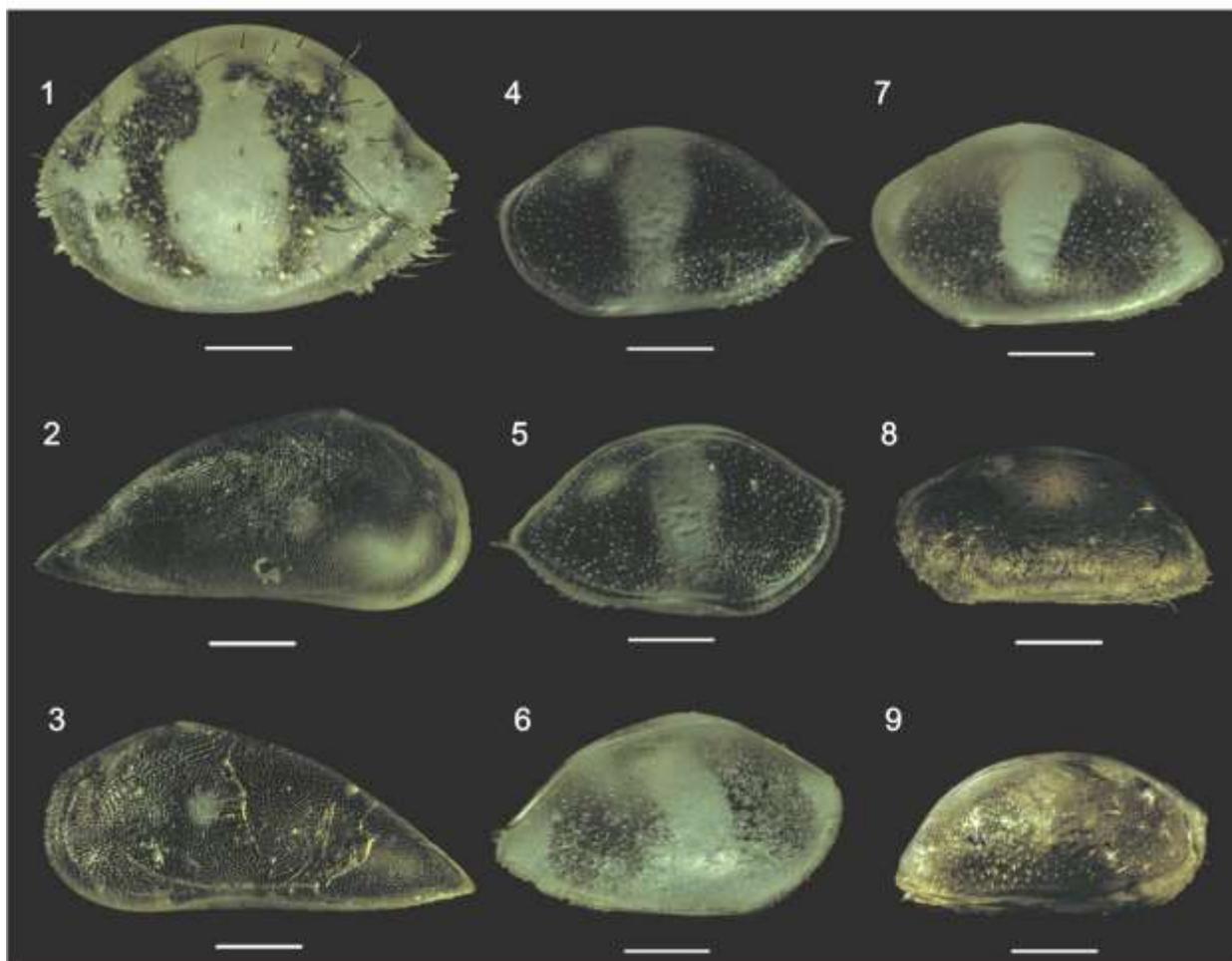


Figura 3. Características externas de las especies del NCS1.

1. *Paranesidea harpago* Kornicker; Lv con sensilias y espinas antero y posteroventrales (profundidad 22-24 cm). 2-3. *Pontocypris* sp, el ejemplar en 3. es un caparazón con restos de las partes blandas del individuo (profundidad 18-20 cm). 4-5. *Neonesidea* aff. *schulzi* Hartmann, caparazón exhibiendo porocanales normales, espina posterior y dentículos marginales bien preservados (profundidad 46-48 cm). 6-7. *Neonesidea gerda* Benson & Coleman, caparazón con sensilias en la margen posterior de ambas valvas (profundidad 46-48 cm). 8-9. *Aponesidea* sp., caparazón con la cutícula marrón y sensilias en las márgenes de ambas valvas (profundidad 34-36 cm). La barra representa una escala de 200 μ m.

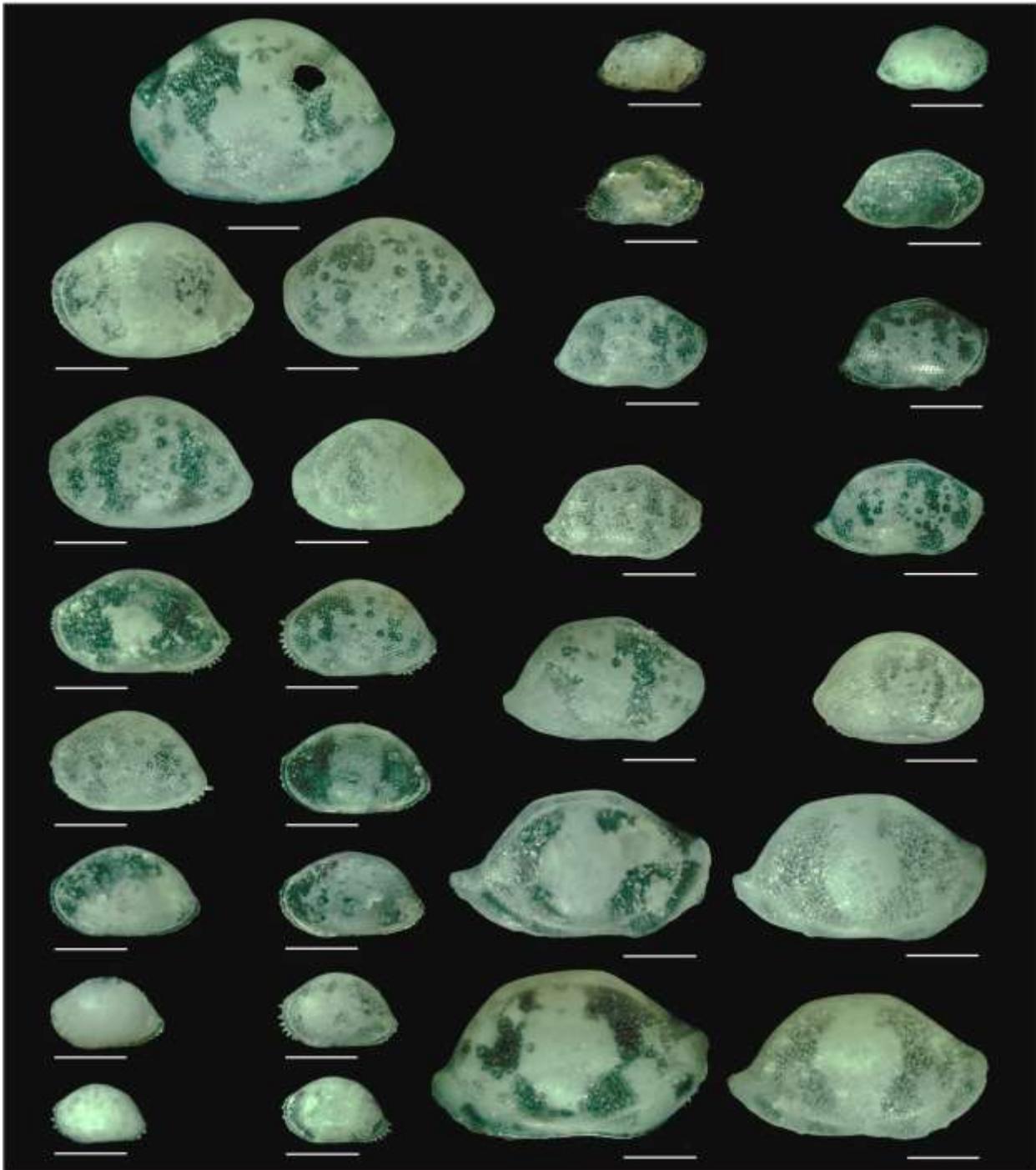


Figura 4. Ontogenia de *Paranesidea harpago* Kornicker de la muestra 0-2 cm.

En la imagen se presentan los distintos estadios ontogenéticos de la especie. Las dos columnas izquierdas son valvas izquierdas, y las dos columnas derechas a valvas derechas. La barra representa una escala de 300 μm .

5.2. Sistemática

Las dimensiones de los ejemplares se dan en milímetros, y únicamente para los individuos adultos. A lo largo de la sistemática y en la descripción de las planchas se usan las siguientes abreviaturas: ♀: hembra; ♂: macho; Lv: valva izquierda; Rv: valva derecha; H: altura; L: longitud. En este trabajo no se describe la sinonimia completa de los taxones, y se limita únicamente a algunas referencias “clave” desde el punto de vista nomenclatural, biogeográfico, descriptivo o ilustrativo del taxón.

Clase OSTRACODA Latreille, 1802

Orden PLATYCOPIIDA Sars, 1866

Suborden PLATYCOPIINA Sars, 1866

Superfamilia CYTHERELLOIDEA Sars, 1866

Familia CYTHERELLIDAE Sars, 1866

Género *Cytherella* Jones, 1849

Cytherella pandora Kornicker, 1963

(Pl. 1, figs.1-6)

1963 *Cytherella pandora* Kornicker, n. sp.: Tx-figs. 26–29, 43–44.

2000 *Cytherella pandora* (Kornicker) – Keyser & Schöning: Pl. 1, Figs. 6–7.

Material: 48 individuos, incluyendo 10 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,81; H = 0,4. Rv: L = 0,81; H = 0,42.

Observaciones: Además de las ocurrencias citadas en la sinonimia, van den Bold, (1978) registra esta especie en el *offshore* al norte de Jamaica, aunque no publica ilustraciones. En la laguna de Serrana esta especie se caracteriza por sus bajas abundancias, aunque se encuentra en

casi todas las muestras, por lo general bien preservada. *C. pandora* se limita al Reciente del Caribe (van den Bold 1988a).

Cytherella bermudensis Maddocks in Maddocks & Iliffe, 1986

(Pl. 1, figs. 7-15)

1986 *Cytherella bermudensis* Maddocks, n. sp.: figs. 3, 4A-I, 18A, B.

2000 *Cytherella bermudensis* (Maddocks) – Keyser & Schöning: Pl. 1, figs. 4–5.

Material: 22 individuos, incluyendo 3 caparazones

Dimensiones: Rv: L = 0,65-0,69; H = 0,36.

Observaciones: es muy similar en forma y ornamentación a *Cytherella pandora* Kornicker; sin embargo, se distingue por la presencia de un ridge posterior vertical (Maddocks & Iliffe, 1986; Keyser & Schöning, 2000). Esta especie sólo se ha reportado en el Holoceno de Bermuda, interpretándose como endémica de la isla.

Cytherella sp. 1

(Pl. 1, figs.16-18)

Material: 4 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,72-0,74; H = 0,35-0,38.

Observaciones: aunque muy rara en el núcleo, la preservación del material colectado es muy buena. Esta especie se caracteriza por una gruesa reticulación en la región central, y a lo largo de los márgenes, que están separadas por una región submarginal con fuertes pits. Aunque superficialmente recuerda a *Keijcyoidea praecipua* van den Bold (ver Pl. 2, figs. 6-8, y más abajo en el texto), se distingue por su mayor tamaño y la ausencia de *ridges* en la superficie.

Cytherella sp. 2

(Pl. 1, figs. 19-20)

Material: 2 especímenes, incluyendo 1 caparazón.**Dimensiones:** Lv: L = 0,35-0,52; H = 0,21-0,34.**Observaciones:** debido a su pequeño tamaño, se interpretan aquí como juveniles del género *Cytherella*. Este hecho, junto al poco material colectado, la ausencia de características distintivas para su clasificación, pues es completamente liso y con porocanales espaciados, y al gran número de especies de este género (e.g. ver Brandão & Karanovic 2021), impide su clasificación específica.Género *Keijcyoidea* Malz, 1981*Keijcyoidea amazonica* Bergue & Coimbra, 2002

(Pl. 1, figs. 22-23; Pl. 2 figs. 1-5)

2002 *Keijcyoidea amazonica* Bergue & Coimbra, n. sp.: fig. 2, 1-5.1999 *Keijcyoidea* sp. Coimbra et al.: Pl. 3, fig. 10.2020 *Keijcyoidea amazonica* (Bergue & Coimbra) – Machado et al.: fig. 4, G.**Material:** 35 especímenes, incluyendo 4 caparazones.**Dimensiones:** Lv: L = 0,73; H = 0,39. Rv: L = 0,73-0,75; H = 0,4-0,41.**Observaciones:** después de hacer una revisión de las especies del género (Bergue & Coimbra, 2002; Brandão & Karanovic 2021), el material de Serrana encaja con esta especie, aunque con un tamaño ligeramente menor, y la presencia de una ligera puntuación debajo del agujero externo de la impresión muscular. Por primera vez, este trabajo ilustra ejemplares juveniles de esta especie (Pl. 2, figs. 1-5). Esta especie se ha reportado en la plataforma

ecuatorial de Brasil (Bergue & Coimbra, 2002), aunque también se encuentra en los Atolones de Rocas y Trindade (Coimbra & Carreño 2012) asociada a fondos arenosos, por lo que se considera aquí como autóctona de la laguna.

Keijcyoidea praecipua van den Bold, 1963

(Pl. 2, figs. 6-8)

1963 *Cytherelloidea praecipua* van den Bold; n. sp.: Pl. 1 figs. 1–7.

1971 *Cytherelloidea praecipua* (van den Bold) –Allison & Holden: fig. 31, a-g.

1974 *Cytherelloidea praecipua* (van den Bold) – Swain & Gilby: Pl. 1, figs. 5–6; Tx-fig. 6c.

1992 *Keijcyoidea praecipua* (van den Bold) – Coimbra et al.: Pl. 3 fig. 10.

2012 *Keijcyoidea praecipua* (van den Bold) – Antonietto et al.: Fig. 4: 1–15.

Material: 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,62 H = 0,33. Rv: L = 0,62-0,64; H = 0,35-0,36.

Observaciones: pese al poco material colectado (1 caparazón en la muestra 26-28), la buena preservación permitió clasificarla a nivel de especie. En las localidades recientes donde se ha colectado, incluyendo la localidad tipo, está asociada a fondos arenosos del frente arrecifal (van den Bold, 1963; Allison & Holden, 1971), por lo que aquí es considerada como un elemento alóctono del frente arrecifal en la laguna. Esta especie se ha reportado en el Reciente del Pacífico Oriental (Allison & Holden, 1971) y en el Caribe y la Plataforma brasileña (van den Bold, 1963; Teeter, 1975; Antonietto et al., 2012).

Orden PODOCOPIDA Sars, 1866

Suborden CYTHEROCOPINA Baird, 1850

Superfamilia CYTHEROIDEA Baird, 1850

Familia CYTHERETTIDAE Triebel, 1952

Género *Protocytheretta* Puri, 1958

Protocytheretta daniana Brady, 1869

(Pl. 2, figs. 9-16)

1869 *Cythere daniana* Brady, n. sp. Pl. 14, figs. 13–14.

1958 *Protocytheretta daniana* (Brady) –Puri: Pl. 3, figs. 7–11.

1960 *Protocytheretta daniana* (Brady) – Puri: Pl. 1, figs. 1–2; Tx. figs. 18–19.

1963 *Protocytheretta daniana* (Brady) – Benson & Coleman: Pl. 5, figs. 5, 7, 9, 10; fig. 13.

1988 *Protocytheretta daniana* (Brady) – Keen: Pl. 2, figs. 11–13.

Material: 151 individuos, incluyendo 53 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,8; H = 0,42. Rv: L = 0,78; H = 0,38

Observaciones: se recuperará material de esta especie en la totalidad de las muestras del núcleo, que incluyen, también estados juveniles; debido a esta estructura de la población relativamente completa y la buena preservación del material, se considera como autóctona de la laguna de Serrana. Esta especie se ha reportado en varias localidades del Golfo de México, Bahamas y Norteamérica (Florida, Nueva Jersey; ver Puri, 1958, 1960; Puri & Hulings, 1957; Benson & Coleman, 1963; Keen, 1988). Hasta donde se conoció la literatura con esta investigación, esta es la primera ocurrencia de esta especie en el Mar Caribe.

Familia CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Género *Cyprideis* Jones, 1857

Cyprideis edentata Klie, 1939

(Pl. 2, figs. 17-18)

1939 *Cyprideis edentata* Klie: Tx-figs. 9–15.

1964 *Cyprideis edentata* (Klie) – Sandberg: Pl. 6 figs. 1–8.

2000 *Cyprideis edentata* (Klie) – Keyser & Schöning: Pl. 3 figs. 39–42.

Material: 4 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,72-0,88; H = 0,42-0,50.

Observaciones: se encontraron pocos especímenes, en las muestras del techo del núcleo (02-04 y 10-12 cm). Hasta ahora solo reportada en el Reciente del Caribe y el Atlántico occidental, se encuentra en las lagunas salinas de Bonaire y Aruba (Sandberg, 1964), y en Bermuda (Maddocks & Iliffe, 1986; Keyser & Schöning, 2000).

Familia CYTHEROMATIDAE Elofson, 1939

Género *Pellucistoma* Coryell & Fields, 1937

Pellucistoma magniventra Edwards, 1944

(Pl. 2, figs. 19-24)

1944 *Pellucistoma magniventra* Edwards, n. sp.: Pl. 88 figs. 33–35.

1962 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Benda & Puri: Pl. 4 figs. 34–35.

1963 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Benson & Coleman: Pl. 6 fig. 11; fig. 26.

non 1963 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – van den Bold: Pl. 10 fig. 6 (=? *Pellucistoma howei*)

1967 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Grossman & Benson: Pl. 14, fig. 5; Pl. 20, figs. 1, 3.

1979 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Cronin: Pl. 9, figs. 7, 9, 10.

1979 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Garbett & Maddocks: Pl. 2 figs. 1–6; Tx-fig. 30.

1982 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Krutak: Pl. 6 figs. 1–3.

2019 *Pellucistoma magniventra* (Edwards) – Nogueira et al.: fig. 7. 1–3.

Material: 79 especímenes, incluyendo 18 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,57-0,61; H = 0,3-0,31. Rv: L = 0,6; H = 0,32.

Observaciones: ocurre en la totalidad de las muestras de este estudio; a pesar de su caparazón frágil, la preservación es por lo general muy buena. *P. magniventra* tiene una amplia distribución temporal y espacial en las Américas, desde el Mioceno al Reciente (e.g. Edwards, 1944; Nogueira et al., 2019), al este de Norteamérica (Benda & Puri, 1962), el Golfo de México (ver Maddocks et al. 2009 y referencias en el texto), el Caribe (e.g. van den Bold 1973) la plataforma oriental de Suramérica (e.g. Nogueira et al., 2019; Machado et al., 2020), y la costa tropical del Pacífico (e.g. Machain-Castillo et al. 1995). Esta extensa distribución le confiere a la especie una amplia variabilidad (ver un análisis detallado en Garbett & Maddocks, 1979). Ocurre en salinidades normales a polihalinas (Krutak, 1982), a profundidades entre 0-67 m (Maddocks et al. 2009)

Familia CYTHERURIDAE Müller, 1894

Género *Cytheropteron* Sars, 1866

Cytheropteron sp.

(Pl. 3, figs. 20-22)

Material: 11 especímenes, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,33; H = 0,2. Rv: L = 0,33; H = 0,19.

Observaciones: debido al limitado material colectado, y al amplio número de especies en el género (ver Brandão & Karanovic 2021) y a su carácter cosmopolita, es difícil establecer su significado ecológico.

Género *Cytherura* Sars, 1866

Cytherura sandbergi Morales, 1966

(Pl. 3, figs.1-4)

1966 *Cytherura sandbergi* Morales, n. sp.: Pl. 4, figs. 6 a–d.

non 1974 *Semicytherura sandbergi* (Morales) –Ishizaki & Gunther: Pl. 1, fig. 14; Pl. 6, fig. 1–5; Tx. fig. 9.

1979 *Cytherura sandbergi* (Morales) – Garbett & Maddocks: Pl. 7, fig. 7–10

Material: 36 especímenes, incluyendo 3 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,44; H = 0,27. Rv: L = 0,40; H = 0,25.

Observaciones: ocurre de manera constante, aunque en bajas abundancias en las fracciones finas en casi todas las muestras analizadas. Morfológicamente muy similar a *Cytherura maya* Teeter, descrita en Belice, *C. sandbergi* se distingue por su proceso caudal más corto y en posición más dorsal, una margen anterodorsal más estrechamente redondeada. Además, *C. maya* se encuentra en aguas más profundas (ver discusión en Teeter, 1975).

Género *Eucytherura* Müller, 1893

Eucytherura pulchra Coimbra et al., 1999

(Pl. 3, figs. 5)

? 1988 *Eucytherura* sp. E van den Bold: Pl. 9 figs. 12-13.

1999 *Eucytherura pulchra* Coimbra et al., sp. n.: figs. 15–17.

Material: 1 valva.

Dimensiones: Lv: L = 0,24; H 0,12.

Observaciones: sólo se encontró un individuo en la muestra 26-28. Las ilustraciones de *Eucytherura* sp. E van den Bold, 1988, son muy parecidas en dimensiones, ornamentación y denticulos anteriores con *Eucytherura pulchra* Coimbra et al., 1999. De ser así, ocurre en el Mioceno-Plioceno de Rep. Dominicana y el Reciente de la plataforma ecuatorial brasileña, al NW de la desembocadura del Río Amazonas.

Género *Hemicytherura* Elofson, 1941

Hemicytherura bradyi Puri, 1960

(Pl. 3, figs. 6-9)

1960 *Kangarina bradyi* – Puri, n. sp.: Pl. 4, figs. 6–7.

1988 *Hemicytherura bradyi* (Puri) – van den Bold: Pl. 8, fig. 18.

2000 *Hemicytherura bradyi* (Puri) – Keyser & Schöning: Pl. 5, figs. 93–94.

2020 *Hemicytherura bradyi* (Puri) – Machado et al.: fig. 10I.

Material: 466 individuos, incluyendo 21 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,34; H = 0,2. Rv: L = 0,33; H = 0,2.

Observaciones: común en las fracciones finas de todas las muestras analizadas. Es una especie característica de aguas marinas de salinidad normal del Mioceno tardío al Reciente del Golfo de México (Puri, 1960), el Caribe (Teeter, 1975; van den Bold, 1988) y el Atlántico suroccidental (e.g. Machado et al., 2020).

Hemicytherura cranekeyensis Puri, 1960

(Pl. 3, figs. 10-14)

1960 *Hemicytherura cranekeyensis* Puri, n. sp.: Pl. 4, figs. 4–5.

1967 *Hemicytherura cranekeyensis* (Puri) – McKenzie & Swain: Pl. 29, figs. 27 a-b; Tx. fig. 12.

1975 *Hemicytherura cranekeyensis* (Puri) – Teeter: fig. 16 h, 17 l.

2000 *Hemicytherura cranekeyensis* (Puri) – Keyser & Schöning: Pl. 5, figs. 95–99.

Material: 63 especímenes, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,29; H = 0,16. Lv: L = 0,28; H = 0,16.

Observaciones: aunque tiene una menor abundancia en Serrana que *H. bradyi*, esta especie se encuentra en casi la totalidad de las muestras analizadas. Nuestro material es idéntico a los juveniles ilustrados por Keyser & Schöning (2000; Pl. 5, fig. 98-99). Sin embargo, resulta extraño que dentro del material colectado no se encontrara ningún adulto *sensu stricto*, teniendo en cuenta que las poblaciones en este estudio contienen adultos y juveniles, indicando poco transporte del material (ver Sección 5.1). Es posible que los ejemplares aquí analizados constituyan una nueva especie, pero esto requiere de un análisis más detallado de la ontogenia de *H. cranekeyensis*.

Género *Semicytherura* Wagner, 1957

Semicytherura elongata Edwards, 1944

(Pl. 3, figs. 15)

1944 *Cytherura elongata* Edwards, n. sp.: Pl. 88, figs. 21-25.

Material: 12 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,34; H = 0,19.

Observaciones: de baja abundancia en el núcleo analizado, esta especie se encontró sólo en la mitad de las muestras. Es externamente similar a *Semicytherura* sp. Da Luz, 2019, pero se distingue de esta por la ausencia o poco desarrollo del ala ventrolateral, un proceso caudal más corto y un tubérculo ocular más pequeño. Originalmente descrita en el Plioceno de Florida (EE.UU.) (Edwards, 1944).

Semicytherura sp. Da Luz, 2019

(Pl. 3, figs. 16-19)

2019 *Semicytherura* sp. Da Luz: fig. 4, 7-8.

Material: 117 individuos, incluyendo 2 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,34; H = 0,19.

Observaciones: esta especie se encontró en las fracciones finas de todas las muestras analizadas. Después de hacer una revisión de las especies de *Semicytherura* (e.g. ver Brandão & Karanovic 2021), nuestro material es idéntico a *Semicytherura* sp. de Da Luz (2019) por la forma subrectangular, proceso caudal dorsal a medio pronunciado, *ridges* longitudinales bajos, pero más gruesos que los transversales (formando fosas regulares) y desarrollo de un ala ventral aguda que oculta la margen. La superficie entre los *ridges* es puntuada en todo el caparazón y el proceso caudal es ligeramente reticulado a liso. Ninguna otra especie dentro del género presenta en conjunto estas características. Esta especie sólo se encuentra reportada en el atolón de Trindade, en el Atlántico brasileño (Da Luz, 2019).

Familia HEMICYTHERIDAE Puri, 1953

Género *Aurila* Pokorny, 1955

Aurila sp.

(Pl. 3, figs. 23, 24, 27, 30)

Material: 11 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,46; H = 0,26. Rv: L = 0,44-0,46; H = 0,25-0,26.

Observaciones: ocurre en muy bajas abundancias y de manera dispersa a lo largo del núcleo. Después de hacer una revisión de las especies del género (ver Brandão & Karanovic 2021), posiblemente se trate de una especie nueva. Sin embargo, una revisión total de las especies fósiles es necesaria para confirmarlo, de tal manera que en este trabajo se deja en nomenclatura abierta.

Género *Caudites* Coryell & Fields, 1937

Caudites angulatus Puri, 1960

(Pl. 3, figs. 25)

1960 *Caudites angulata* Puri, n. sp.: Pl. 3, figs. 1, 2, 5, 6.

1963 *Caudites angulatus* (Puri) – van den Bold: Pl. 6 fig. 10.

1971 *Caudites angulatus* (Puri) – van den Bold: Pl. 3, fig. 7.

1975 *Caudites angulatus* (Puri) – Teeter: figs. 10e, 11b.

Material: 2 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,59; H = 0,3.

Observaciones: sólo se encontró esta especie en las muestras 30-32 y 66-68, aunque la preservación es buena. Restringida al Caribe, *C. angulatus* ocurre en el Reciente de Florida

(Puri, 1960) y Belice (Teeter, 1975), y como fósil en el Pleistoceno de Jamaica (van den Bold 1971) y el Mioceno tardío de Trinidad (van den Bold, 1963).

Caudites howei Puri, 1960

(Pl. 3, figs. 26, 28, 29)

1960 *Caudites howei* Puri, n. sp.: Pl. 3 figs. 3–4.

1975 *Caudites howei* (Puri) – Teeter: fig. 10 f, 11 c.

Material: 6 individuos, incluyendo 5 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,55-0,61; H = 0,28-0,32. Rv: L = 0,58; H = 0,32.

Observaciones: los especímenes encontrados se limitan a la parte superior del núcleo, entre las muestras 06-08 a 26-28. Ocurre en el Holoceno-Reciente de Florida, Venezuela Bahamas y Belice, en esta última restringida a la plataforma carbonática (Teeter, 1975).

Caudites nipeensis van den Bold, 1946

(Pl. 4, figs. 1-3)

1946 *Caudites nipeensis* van den Bold, n. sp.: Pl. 14, fig. 1.

1963 *Caudites nipeensis* (van den Bold) – van den Bold: Pl. 6, fig. 3 a, b.

1975 *Caudites nipeensis* (van den Bold) – Teeter: fig. 10 d, 11 a.

1987 *Caudites nipeensis* (van den Bold) – Coimbra and Ornellas: Pl. 1, figs. 1–24.

2000 *Caudites nipeensis* (van den Bold) – Keyser & Schöning: Pl. 4, fig. 76.

2020 *Caudites nipeensis* (van den Bold) – Machado et al.: fig. 12 A.

Material: 2 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,42-0,46; H = 0,21-0,24.

Observaciones: el limitado material colectado corresponde a un individuo hacia el techo del núcleo, en las muestras 06-08 y 22-24. El ridge antero-ventral, que corre paralelo a la ventral y continúa hasta la postero-dorsal uniendo dos protuberancias dorsales, es diagnóstica de esta especie. Está asociada a ambientes neríticos del Caribe y el Golfo de México desde el Mioceno medio al Reciente (van den Bold, 1988).

Caudites paranteroides Pokorny, 1972

(Pl. 4, figs. 4)

1972 *Caudites Paranteroides* –Pokorny, n. sp.: Pl. 2, fig. 2a, b; figs. 4 h–i, 16 a–d, 17.

1981 *Caudites Paranteroides* (Pokorny) – Bate et al.: fig. 24 A–N.

Material: 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,56; H = 0,3.

Observaciones: en las muestras analizadas sólo se encontró un individuo bien preservado en la muestra 38-40. El alto número y disposición de los ridges en la valva son característicos de esta especie (ver Bate et al., 1981). Hasta el momento, esta especie sólo se ha encontrado en el Pacífico, en las Islas Galápagos, de donde se considera endémica (Pokorny, 1972; Bate et al., 1981).

Género *Cornucoquimba* Ohmert, 1968

Cornucoquimba n. sp. (?)

(Pl. 4, figs. 5-12)

Material: 61 individuos, incluyendo 2 caparazones.

Dimensiones: Rv: L = 0,46-0,47; H = 0,24-0,26; Lv: L = 0,45; H 0,26.

Observaciones: de bajas abundancias en las fracciones finas, esta especie se encontró en la totalidad de las muestras analizadas. La buena preservación y la presencia de adultos y estadios juveniles sugieren que son autóctonas de la laguna de Serrana. Después de hacer una revisión del género, podría ser una nueva especie.

Genero *Jugosocythereis* Puri, 1957

Jugosocythereis pannosa Brady, 1869

(Pl. 4, figs. 13-17)

1869 *Jugosocythereis pannosa* Brady, n. sp.: Pl. 9, figs. 1-2.

1966 *Jugosocythereis pannosa* (Brady) – van den Bold: Pl. 1, fig. 11.

1975 *Jugosocythereis pannosa* (Brady) – Teeter: figs. 11 m; 12 d.

non 1975 *Hermanites transoceanica* (Brady) Teeter, n. sp.: figs. 11 o-q; 12 h.

1982 *Jugosocythereis pannosa* (Brady) – Krutak: Pl. 3, figs. 14-16.

1982 *Hermanites transoceanica* (Teeter) – Krutak: Pl. 3, figs. 12-13 (=juvenil de *J. pannosa*).

1988 *Jugosocythereis pannosa* (Brady) – van den Bold: Pl. 3, fig. 13.

2000 *Jugosocythereis pannosa* (Brady) – Keyser & Schöning: Pl. 4, figs. 66-68.

Material: 69 individuos, incluyendo 8 caparazones.

Dimensiones: Rv: L = 0,72; H = 0,41.

Observaciones: se colectó en casi la totalidad de las muestras de Serrana. Asociada a ambientes arrecifales (Teeter, 1975), esta especie se ha reportado como fósil desde el Mioceno tanto en el Océano Pacífico (e.g. atolón de Midway, Holden, 1976), como en el Mar Caribe (van den Bold, 1988).

Género *Neocaudites* Puri, 1960

Neocaudites triplistriatus Edwards, 1944

(Pl. 4, figs. 18-19)

1944 *Cythereis triplistriata* Edwards, n. sp.: Pl. 87, figs. 24–26

1963 *Neocaudites triplistriatus* (Edwards) – van den Bold: Pl. 8, fig. 4.

1968 *Neocaudites triplistriatus* (Edwards) – Swain: Pl. 3, figs. 1 a–d, text fig. 14.

2004 *Neocaudites triplistriatus* (Edwards) – Coimbra et al.: P. 2, figs. 7–8.

2019 *Neocaudites triplistriatus* (Edwards) – Morais & Coimbra: fig. 6 E.

2020 *Neocaudites triplistriatus* (Edwards) – Machado et al.: Fig. 8 k.

Material: 4 individuos, incluyendo 3 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,55; H = 0,31.

Observaciones: a pesar del poco material colectado de esta especie, la preservación es excelente. Se ha registrado en el Neógeno del Caribe y la plataforma este de Suramérica (e.g. van den Bold, 1963; Morais & Coimbra, 2019).

Género *Orionina* Puri, 1954

Orionina bradyi van den Bold, 1963

(Pl. 4, figs. 20-21)

pars 1880 *Cythere bermudae* Brady: Pl. 21, fig. 2 a-d.

1963 *Orionina bradyi* van den Bold: Pl. 3, fig. 7–8.

1982 *Orionina bradyi* (van den Bold) – Krutak: Pl. 5, fig. 6–9.

1988 *Orionina bradyi* (van den Bold) – Cronin & Schmidt: Pl. 1, fig. 1.

2000 *Orionina bradyi* (van den Bold) – Keyser & Schöning: Pl. 4, fig. 73.

2020 *Orionina bradyi* (van den Bold) – Machado et al.: fig. 11 p.

Material: 22 individuos, incluyendo 11 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,57; H = 0,3. Rv: L = 0,54; H 0,28.

Observaciones: se caracteriza por sus bajas abundancias, pero se encuentra constantemente en la mayoría de las muestras de este estudio. Se distingue de otras especies similares, como *Orionina vaughani* Ulrich & Bassler, por la inclinación (menor de 90°) del ridge transversal que conecta los ridges medio y ventral en ambas valvas (Cronin & Schmidt, 1988).

Género *Puriana* Coryell & Suzanne, 1937

Puriana convoluta Teeter, 1975

(Pl. 4, figs. 22-26)

1975 *Puriana convoluta* Teeter: fig. 14 e; 15 h–j.

1977 *Puriana convoluta* (Teeter) – Hazel: fig. 8 f.

1987 *Puriana convoluta* (Teeter) – Cronin: fig. 23, 1– 5, 7, 9, 10; fig. 25, 2.

2004 *Puriana convoluta* (Teeter) – Coimbra et al.: 2 Fig. 11–12

Material: 25 individuos, incluyendo 8 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,43-0,49; H 0,25-0,27. Rv: L = 0,48; H = 0,26.

Observaciones: con bajas abundancias, pero encontrada en el 62% de las muestras. *Puriana* es un género estenohalino, esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el este de Norteamérica, Golfo de México y el Caribe desde el Plioceno (Cronin, 1987).

Género *Radimella* Pokorny, 1969

Radimella confragosa Edwards, 1944

(Pl. 5, figs. 1-4)

1944 *Hemicythere confragosa* Edwards, n. sp.: Pl. 86 figs. 23–26.

1975 *Radimella confragosa* Edwards – van den Bold: Pl. 1, figs. 1–4, 16, 17; Tx-fig. 3a–b.

1977 *Radimella confragosa* (Edwards) – Hazel: Fig. 6 a.

1988 *Radimella confragosa* Edwards – van den Bold: Pl. 4 fig. 1

1998 *Radimella confragosa* (Edwards) – Fauth & Coimbra: fig. 2: 5–8

Material: 23 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,6-0,69; H = 0,39-0,42.

Observaciones: característicamente con bajas abundancias, pero se encuentra en la mayoría de las muestras del núcleo. Esta especie es característica de ambientes neríticos de Norteamérica, el Golfo de México y el Caribe entre el Mioceno al Reciente (van den Bold, 1988).

Radimella wantlandi Teeter, 1975

(Pl. 5, figs. 5-7)

1975 *Aurila wantlandi* Teeter: figs. 8 i, 9 a–c.

1995 *Radimella wantlandi* (Teeter) –Jellinek: Pl. 7, figs. 1–3.

Material: 17 especímenes, incluyendo 4 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,59; H 0,37.

Observaciones: ligeramente menos abundante y menos constante en el núcleo que *R. confragosa* se diferencia porque ésta última tiene ornamentación más fuerte con depresiones profundas e irregulares y el ridge dorsal llega hasta el borde de la margen, donde se vuelve más fuerte posteriormente. Su distribución es restringida al Reciente del Caribe, en Florida,

Bahamas y Belice (Teeter, 1975). Al conocimiento de la autora, es la única especie de ostrácodo registrada en el Archipiélago de San Andrés y Providencia (ver Jellinek, 1995; Pl. 7, figs. 1-3).

Género *Tenedocythere* Sissingh, 1972

Tenedocythere transoceanica Teeter, 1975

(Pl. 5, figs. 8-10)

non 1869 *Jugosocythereis pannosa* Brady: Pl. 9, figs. 1-2.

1975 *Hermanites transoceanica* Teeter: figs. 11 o–q; 12 h.

1986 *Jugosocythereis transoceanica* (Teeter) – Cabioch et al.: Pl. 9, fig. 8-9.

1992 *Tenedocythere transoceanica* (Teeter) – Coimbra et al.: Pl. 1, fig. 13.

2008 *Tenedocythere transoceanica* (Teeter) – Titterton & Whatley: Pl. 3, figs. 22, 26-32; fig. 24, 21-22.

non 1982 *Hermanites transoceanica* (Teeter) – Krutak: Pl. 3, figs. 12-13 (= juvenil de *Jugosocythereis pannosa* Brady).

Material: 66 individuos, incluyendo 4 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,55; H = 0,32. Rv: L = 0,54; H = 0,31.

Observaciones: al igual que otras especies registradas en este estudio, como *Triebelina sertata* y *Kotoracythere inconspicua*, esta especie está distribuida globalmente en los trópicos. En el núcleo NCS1 se encuentra en bajas abundancias, pero en la totalidad de las muestras estudiadas.

Familia LOXOCONCHIDAE Sars, 1925

Subfamilia LOXOCAUDINAE Schornikov, 2011

Género *Phlyctocythere* Keij, 1958

Phlyctocythere recta van den Bold, 1988

(Pl. 5, figs. 11-14)

1988 *Phlyctocythere recta* van den Bold, n. sp.: Pl. 12, figs. 17, 18; Tx-fig. 13

Material: 7 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Lv: L = 0,44; H = 0,26. Rv: L = 0,37-0,40; H 0,22-0,24.

Observaciones: la abundancia de esta especie es baja a lo largo del núcleo; en ninguna muestra se colectó más de un individuo. Reportada hasta el momento únicamente en el Mioceno tardío a Plioceno de República Dominicana por van den Bold (1988), quien resalta su margen dorsal recta y continua, con un proceso caudal situado dorsalmente y sus “arrugas” posteroventrales.

Subfamilia LOXOCONCHINAE Sars, 1925

Género *Loxoconcha* Sars, 1866

Loxoconcha sp.

(Pl. 5, figs. 18-20)

Material: 217 individuos, incluyendo 25 caparazones.

Dimensiones: Lv: 0,45; H 0,25.

Observaciones: se encuentra en casi todas las muestras analizadas. Debido al alto número de especies (Brandão & Karanovic 2021), provisionalmente su clasificación queda en nomenclatura abierta.

Subgénero *Loxocorniculum* Benson y Coleman, 1963

Loxoconcha (Loxocorniculum) fischeri Brady, 1869

(Pl. 5, figs. 15-17)

1869 *Cythere fischeri* Brady, n. sp.: Pl. 18, figs. 15–16.

1946 *Loxoconcha antillea* var. *oblongata* – van den Bold: Pl. 15 fig. 5.

1963 *Loxoconcha fischeri* (Brady) – van den Bold: Pl. 8 figs.8–9.

1963 *Loxocorniculum fischeri* (Brady) – Benson & Coleman: Pl. 7 figs. 3–4; fig. 24.

1974 *Loxocorniculum fischeri* (Brady) – Ishizaki & Gunther: Pl. 2 figs. 9–12; Pl. 4 fig. 1.

Material: 114 especímenes, incluyendo 41 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,53; H = 0,3. Rv: L = 0,53; H = 0,31.

Observaciones: se encuentra en casi todas las muestras de este estudio, aunque en menor abundancia que las otras dos especies del subgénero *Loxocorniculum*.

Loxoconcha (Loxocorniculum) lenticuloides Swain & Gilby, 1974

(Pl. 5, figs.21-24)

1974 *Loxocorniculum lenticuloides* Swain & Gilby, n. sp.: Pl. 5, fig. 7; Tx. fig. 25 a–c.

1981 *Loxocorniculum lenticuloides* (Swain & Gilby) – Bate et al.: fig. 34 b, m; 35 a–k; 36 a-b.

Material: 502 individuos, entre juveniles y adultos, incluyendo 65 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,48-0,56; H = 0,3-0,4. Rv: L = 0,47-0,63; H = 0,28-0,38.

Observaciones: es una de las especies más abundantes en el núcleo. La estructura de la población, compuesta por adultos y varios estadios juveniles sugiere que es una especie autóctona de la laguna. Hasta ahora, la especie sólo se ha registrado en el Reciente del Pacífico ecuatorial: en Nicaragua (Swain & Gilby, 1974) y las islas Galápagos (Bate et al, 1981).

Loxoconcha (Loxocorniculum) tricornata Krutak, 1971

(Pl. 5, figs.25-32)

1971 *Loxoconcha tricornata* Krutak, n. sp.: Pl. 3, figs. 1 a–c.

1975 *Loxoconcha oculocrista* Teeter, n. sp.: figs. 20 d, 21 a–c.

1975 *Loxoconcha suboculocrista* Teeter, n. sp.: figs. 20 b, 21 d–f.

pars 2000 *Loxocorniculum suboculocrista* (Teeter) – Keyser & Schöning: Pl. 5, figs. 83–86 (non? Pl. 5, fig. 87).

2000 *Loxocorniculum tricornata* (Krutak) – Keyser & Schöning: Pl. 5, figs. 88–90.

2012 *Loxocorniculum tricornata* (Krutak) – Antonietto et al.: fig. 8, 4–17

Material: 703 individuos, entre juveniles, adultos, hembras y machos; incluye 50 caparazones.

Dimensiones: ♂ Lv: L = 0,65; H = 0,38. Rv: L = 0,66; H = 0,38. ♀ Lv: L = 0,62; H 0,41. Rv: L = 0,61; H = 0,40.

Observaciones: es una de las especies más abundantes en este estudio. Presenta fuerte dimorfismo sexual, las hembras son más cortas y altas que los machos, así como su ornamentación es menos pronunciada. En ese sentido, las definiciones de *L. oculocrista* y *L. suboculocrista* de Teeter (1975), coinciden con el dimorfismo de *L. tricornata*. Especie asociada a plataformas carbonáticas (Teeter, 1975).

Género *Touroconcha* Ishizaki & Gunther, 1976

Touroconcha sp.

(Pl. 6, fig. 1)

Material: 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,26; H = 0,13.

Observaciones: sólo se encontró un individuo en la muestra 38–40.

Familia PARACYTHERIDEIDAE Puri, 1957

Género *Paracytheridea* Müller, 1894

Paracytheridea altila Edwards, 1944

(Pl. 6, figs. 2-5)

1944 *Paracytheridea altila* Edwards, n. sp.: Pl. 85, figs. 20–21.

1971 *Paracytheridea altila* (Edwards) – Valentine: Pl. 3, figs. 31–34.

1979 *Paracytheridea altila* (Edwards) – Cronin: Pl. 4, figs. 1-4.

1983 *Paracytheridea altila* (Edwards) – Hazel: Pl. 28, fig. 4.

1988 *Paracytheridea altila* (Edwards) – van den Bold: Pl. 11, fig. 1.

Material: 259 individuos, incluyendo 2 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,6; H = 0,3. Rv: L = 0,62; H 0,29.

Observaciones: esta especie se colectó en la totalidad de las muestras del núcleo NCS1. Se caracteriza por la tendencia del ridge continuo que cruza el tubérculo anterior, la depresión superficial y la inflación posterodorsal del caparazón. Esta especie se encuentra desde el Mioceno temprano en el Caribe, la Costa del Golfo de México y el Atlántico de Norteamérica (Valentine, 1971; Cronin, 1979; van den Bold, 1988).

Paracytheridea edwardsi Teeter, 1975

(Pl. 6, figs. 6-7)

1975 *Paracytheridea edwardsi* Teeter, n.sp.: Fig. 17 p–r; 18b.

1980 *Paracytheridea edwardsi* (Teeter) – Fithian: Pl. 7, fig. 11.

Material: 36 valvas.

Dimensiones: Lv: L = 0,37; H = 0,17. Rv: L = 0,42; H = 0,19.

Observaciones: ocurre en menor proporción que *P. altita*. Se diferencia de las otras especies de este género por su proceso alar reducido en la margen ventral, patrón de ridges marcado y poco inflado en vista dorsal. Registrada en la plataforma carbonática de Belice y Venezuela (Teeter, 1975; Fithian, 1980).

Paracytheridea tschoppi van den Bold, 1946

(Pl. 6, figs. 8-9)

1946 *Paracytheridea tschoppi* van den Bold, n. sp.: Pl. 16, figs. 6–7.

1963 *Paracytheridea tschoppi* (van den Bold) – Benson and Coleman: Pl. 6, Figs. 7, 9, 10; Fig. 20 a–b.

1988 *Paracytheridea tschoppi* (van den Bold) – van den Bold: Pl. 11 fig. 2.

2019 *Paracytheridea tschoppi* (van den Bold) – Nogueira et al.: fig. 10, 6–7.

2020 *Paracytheridea tschoppi* (van den Bold) – Machado et al.: fig. 10 p.

Material: 75 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,59; H = 0,32.

Observaciones: la abundancia de esta especie es ligeramente mayor hacia el techo del núcleo.

Familia PECTOCYTHERIDAE Hanai, 1957

Género *Kotoracythere* Ishizaki, 1966

Kotoracythere inconspicua Brady, 1880

(Pl. 6, figs. 10-12)

1880 *Cythere inconspicua* Brady, n. sp.: Pl. 13, 1 a–d.

1976 *Munseyella inconspicua* (Brady) – Holden: Pl. 1, figs. 14–16; Pl. 11, figs. 3–5.

1975 *Morkhovenia inconspicua* (Brady) – Teeter: figs. 7 o–q, 8c.

1982 *Morkhovenia inconspicua* (Brady) – Krutak, 1982: Pl. 4 figs. 13–16.

1991 *Kotoracythere inconspicua* (Brady) – Witte & van Harten: figs. 3–5.

2007 *Kotoracythere inconspicua* (Brady) – Sridhar et al.: Pl. 1, figs. a–d

2020 *Kotoracythere inconspicua* (Brady) – Machado et al.: fig. 6 L.

Material: 8 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,34-0,38; H = 0,18-0,21.

Observaciones: Tiene una distribución circumtropical alrededor de los océanos Índico, Pacífico y Atlántico; se considera que en el Caribe se ha reportado únicamente en el Reciente, interpretado como el producto del transporte antrópico (Witte & van Harten 1991); en este trabajo se usa esa hipótesis como indicador de edades máximas del núcleo NCS-1 (ver Sección 6.3). En el núcleo NCS1 se encuentra desde los 72 cm hasta el techo, representada por pocos especímenes, aunque muy bien preservados.

Familia TRACHYLEBERIDIDAE Sylvester-Bradley, 1948

Género *Campylocythere* Edwards, 1944

Campylocythere sp.

(Pl. 6, figs.13-15)

Material: 36 individuos, incluyendo 20 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,64; H = 0,30. Rv: L = 0,62; H = 0,29.

Observaciones: La Lv que se sobrepone a la Rv en la anterodorsal, posterodorsal y ventral, así como la posterior ligeramente acanalada, hacen de esta especie muy similar a *Campylocythere hartmanni* McKenzie & Swain 1967, sin embargo por su ubicación geográfica prácticamente

restringida al área costera de baja california y la ausencia de partes blandas, no es posible asignarla con certeza a esta especie, así que se prefiere dejarla provisionalmente en nomenclatura abierta.

Género *Occultocythereis* Howe, 1951

Occultocythereis angusta van den Bold, 1963

(Pl. 6, figs. 16)

1963 *Occultocythereis angusta* van den Bold, nom. nov.: Pl. 9, fig. 1 a–c; Pl. 12, fig. 6

1975 *Occultocythereis angusta* (van den Bold) – Teeter: fig. 13 f, g; 14 a

1988 *Occultocythereis angusta* (van den Bold) – Cronin: Pl. 2, fig. 15

Material: 1 valva.

Dimensiones: Rv: L = 0,43; H = 0,23.

Observaciones: sólo se encontró una valva en la muestra 26-28. Es una especie transatlántica (Keyser & Schöning, 2000).

Familia XESTOLEBERIDIDAE Sars, 1928

Género *Xestoleberis* Sars, 1866

Xestoleberis caperata Da Luz & Coimbra, 2019

(Pl. 6, figs. 17-21)

2019 *Xestoleberis caperata* Da Luz & Coimbra, sp. nov.: fig. 10 a–l.

Material: 122 individuos, incluyendo 11 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,51; H = 0,31. Rv: L = 0,45-0,55; H = 0,26-0,33.

Observaciones: nuestro material es conespecífico con *Xestoleberis caperata* Da Luz & Coimbra (2019), por su similitud en forma y superficie ventrolateral y ventral con surcos longitudinales marcados, así como un reborde o saliente posteroventral, más pronunciado en la

valva derecha. Diferenciándola a su vez del resto de especies de éste género que son comúnmente lisas. Se encontró en todas las muestras, excepto en la 46-48.

Xestoleberis sp. 1

(Pl. 6, figs. 22-24)

Material: 660 individuos, incluyendo 21 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,35; H = 0,19. Rv: L = 0,28; H = 0,17.

Observaciones: es una especie subovalada, con una relación L/H relativamente baja. Normalmente la clasificación específica de este género es complicada, por el vasto número de especies (Brandão & Karanovic 2021) y la ausencia de características diagnósticas evidentes en las valvas. Por lo que las especies de este género se asignan a nomenclatura abierta, provisionalmente.

Xestoleberis sp. 2

(Pl. 7, figs. 1-4)

Material: 568 individuos, incluyendo 53 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,40; H = 0,19. Rv: L = 0,41; H = 0,19.

Observaciones: especie subcuadrada, comparativamente con una alta relación L/H.

Xestoleberis sp. 3

(Pl. 7, figs. 5-6)

Material: 276 individuos, incluyendo 20 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,30; H = 0,15. Rv: L = 0,33; H = 0,17.

Observaciones: especie relativamente pequeña, se encuentra en menor abundancia en el núcleo que *Xestoleberis* sp. 1 y *Xestoleberis* sp. 2.

Xestoleberis sp. 4

(Pl. 7, figs. 7-9)

Material: 97 individuos, incluyendo 14 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,51; H = 0, 22. Rv: L = 0,50-0,53; H = 0,21-0,23.

Observaciones: esta especie se caracteriza por su forma subcuadrangular, y sobre todo, su concavidad anteroventral. En ese sentido es similar a *Xestoleberis parva* Müller, 1894.

Xestoleberis? sp. 5

(Pl. 7, figs. 10-11)

Material: 12 valvas.

Dimensiones: Lv: L = 0,36; H = 0,23

Observaciones: no se observaron la charnela y la mancha ocular que caracteriza a los Xestoleberidae. Aquí se asigna con dudas al género *Xestoleberis*.

Suborden BAIRDIOCOPINA Gründel, 1967

Superfamilia BAIRDIOIDEA Sars, 1865

Familia BAIRDIIDAE Sars 1888

Género *Aponesidea* Maddocks in Maddocks & Iliffe, 1986

Aponesidea aff. *ifatyensis* Maddocks, 1991

(Pl. 7, figs. 12-15)

? 1991 *Aponesidea ifatyensis* Maddocks, n. sp.: fig. 2, A-Q; Pl. 1, fig. 11; Pl.2, figs. 1-5; Pl. 3, figs. 3-5.

Material: 5 valvas.

Dimensiones: Lv: L = 0,50; H = 0,27

Observaciones: esta especie concuerda con la descripción realizada para *A. ifatyensis* por Maddocks (1991) en Tulear, Madagascar, con excepción de sus dimensiones, siendo las de Serrana son más pequeñas. El significado biogeográfico de esta especie en Serrana es enigmático.

Aponesidea sp. 1

(Pl. 7, figs. 16-18)

Material: 8 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,46-0,48; H = 0,24.

Observaciones: de forma más subhexagonal que *Aponesidea* aff. *ifatyensis*, esta especie se caracteriza en el núcleo estudiado por sus bajas abundancias.

Aponesidea sp. 2

(Pl. 7, figs. 19-22)

Material: 143 individuos, incluyendo 5 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,69-0,73; H = 0,37-0,40. Rv: L = 0,68; H = 0,34.

Observaciones: es la más abundante entre las especies registradas de *Aponesidea*, encontrándose en todas las muestras, excepto en la 74-76. Es posible que se trate de una especie nueva.

Género *Bairdoppilata* Coryell, Sample & Jennings, 1935

Bairdoppilata sp. 1

(Pl. 7, figs. 23-26)

Material: 78 individuos, incluyendo 6 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,85; H = 0,51. Rv: L = 0,85-0,88; H = 0,47-0,49.

Observaciones: se requiere hacer una revisión profunda de las especies del complejo género *Bairdoppilata*, para hacer una asignación específica de este material.

Bairdoppilata sp. 2

(Pl. 8, figs. 1-2)

Material: 29 valvas.

Dimensiones: Lv: L = 0,85; H = 0,52.

Observaciones: la abundancia en las muestras es por lo general menor que *Bairdoppilata* sp.

1.

Género *Glyptobairdia* Stephenson, 1946

Glyptobairdia coronata Brady, 1870

(Pl. 8, figs. 3-5)

1870 *Triebelina coronata* Brady, n. sp.: Pl. 32, fig. 9.

1960 *Glyptobairdia coronata* (Brady) – Puri: Pl. 6, figs. 1–2.

1969 *Bairdoppilata* (*Glyptobairdia*) *coronata* (Brady) – Maddocks: fig.44, a–g.

1988 *Glyptobairdia coronata* (Brady) – Malz & Lord: Pl. 3, fig. 1– 3.

1992 *Glyptobairdia coronata* (Brady) – Coimbra et al.: pl. 3, fig. 6.

2002 *Glyptobairdia coronata* (Brady) –Coimbra & Carreño: Pl. 2, fig. 20.

Material: 7 individuos, incluyendo 2 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,72; H = 0,41. Rv: L = 0,71; H = 0,33.

Observaciones: De acuerdo con Maddocks (1969) esta especie es característica de ambientes de alta energía asociados a frentes de arrecifes de coral, más que a ambientes lagunares. En este trabajo se considera alóctona a la laguna de Serrana.

Género *Neonesidea* Maddocks, 1969

Neonesidea gerda Benson & Coleman, 1963

(Pl. 8, figs. 6-10)

non 1902 *Bairdia longisetosa* Brady: Pl. 25, figs. 8–9.

1963 *Bairdia gerda* Benson & Coleman, n. sp.: Pl. 1, figs. 14–16; fig. 8.

pars 1969 *Neonesidea gerda* (Benson & Coleman) Maddocks: (non fig. 7 a–k = *N. longisetosa*).

1982 *Neonesidea longisetosa* (Benson & Coleman) – Krutak: Pl. 5, figs. 1–5.

1990 *Neonesidea gerda* (Benson & Coleman) – Lyon: Pl. 1, fig. 1.

2021 *Neonesidea gerda* (Benson & Coleman) – Maddocks: fig. 8 m–r; 9 a–n; 10 a–j; 11 a–h.

Material: 87 individuos, incluyendo 16 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,62; H = 0,36. Rv: L = 0,62; H = 0,34.

Observaciones: esta especie se observó en casi todas las muestras del estudio, excepto en la muestra 26-28 y 50-52. Esta especie se registra en Florida y el Golfo de México (Maddocks, 2021).

Neonesidea longisetosa (Brady 1902)

(Pl. 8, figs. 11-13)

1902 *Bairdia longisetosa* Brady, sp. nov.: Pl. 25, figs. 8-9.

1975 *Neonesidea longisetosa* (Brady) –Teeter: figs. 3 a, 4 a.

non 1982 *Neonesidea longisetosa* (Brady) –Krutak: Pl. 5, figs. 1–5 (= *N. gerda*).

1999 *Neonesidea longisetosa* (Brady) – Coimbra et al.: Pl. 3, figs. 4, 13.

non 2000 *Neonesidea longisetosa* (Brady) – Keyser & Schöning: Pl. 2, fig. 19 (= *N. omnivaga* Maddocks).

Material: 81 individuos, incluyendo 2 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 1,03; H = 0,61. Rv: L = 1,07; H = 0,59.

Observaciones: presente en la totalidad de las muestras analizadas. Su distribución se limita al Mar Caribe (Maddocks, 2021).

Neonesidea aff. *schulzi* Hartmann, 1964

(Pl. 8, figs. 14-19)

? 1964 *Triebelina schulzi* Hartmann, 1964: Pl. 4, figs. 14–22; Pl. 5, figs. 14–22.

? 1969 *Neonesidea schulzi* (Hartmann) – Maddocks: fig. 4 a–m; fig. 5 a–f; fig. 6 a–d.

? 2021 *Neonesidea schulzi* (Hartmann) – Maddocks: fig. 3 o–q; fig. 16 a–l.

Material: 52 individuos, incluyendo 7 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,74; H = 0,44. Rv: L = 0,77; H = 0,42.

Observaciones: se encuentra en bajas abundancias, pero constantemente a lo largo del núcleo. Los especímenes de *Neonesidea schulzi* Hartmann (1964) se encuentran principalmente en el mediterráneo y Madagascar, sin ningún reporte en el Caribe o regiones próximas.

Género *Paranesidea* Maddocks, 1969

Paranesidea bensoni Teeter, 1975

(Pl. 8, figs. 20-21)

1975 *Paranesidea bensoni* Teeter, n. sp.: fig. 3 b–d; fig. 4 b.

1960 *Bairdia milne-edwardsi* (Brady) – Puri: Pl. 6 figs. 14–15.

1986 *Paranesidea bensoni* (Teeter) – Maddocks & Iliffe: fig. 7 o.

2000 *Paranesidea bensoni* (Teeter) – Keyser & Schöning: Pl. 2, figs. 23–24.

2002 *Paranesidea bensoni* (Teeter) – Coimbra & Carreño: Pl. 1, figs. 1–2.

Material: 3 valvas.

Dimensiones: Rv: L = 1,04; H = 0,51

Observaciones: sólo se encontró 1 individuo en las muestras 18-10, 22-24 y 38-30. Se encuentra en Bermuda, El Caribe y la plataforma de Brasil (Teeter, 1975; Maddocks & Iliffe, 1986; Coimbra & Carreño, 2002).

Paranesidea harpago Kornicker, 1961

(Pl. 9, figs. 1-4)

1961 *Paranesidea harpago* Kornicker: Pl. 1, figs. 1 a–b; Tx. fig. 2, j, 7 a–j.

1969 *Paranesidea harpago* (Kornicker) – Maddocks: fig. 19 a–g.

Material: 995 individuos, incluyendo 87 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,86-1,15; H = 0,59-0,85. Rv: L = 1,15-1,03; H = 0,61-0,73.

Observaciones: es la especie más abundante en este estudio. Caracterizada principalmente por el patrón de manchas opacas (ver Figura 4), en el cual la mancha central tiene forma de pica, pero sin llegar a tocar la margen ventral como describe Kornicker (1961). Sólo reportada hasta ahora en Bahamas (Kornicker, 1961; Maddocks, 1969).

Paranesidea sp. 1

(Pl. 9, figs. 5-6)

Material: 2 caparazones.**Dimensiones:** Lv: L = 0,57; H = 0,26. Rv: L = 0,55; H = 0,25.**Observaciones:** se observaron 2 individuos, en las muestras 22-24 y 38-40, respectivamente.*Paranesidea* sp. 2

(Pl. 9, figs. 7)

Material: 2 valvas.**Dimensiones:** Lv: L = 0,49; H = 0,25.**Observaciones:** sólo se encontró esta especie en las muestras 02-04 y 58-60.Género *Triebelina* van den Bold, 1946*Triebelina sertata* Triebel, 1948

(Pl. 9, figs. 8)

1948 *Triebelina sertata* Triebel: figs. 1–21969 *Triebelina sertata* (Triebel) – Maddocks: Figures 31, 32b–e; Pl. 2, figs. 9, 101988 *Triebelina sertata* (Triebel) – Malz & Lord: Pl. 1, 1–71988 *Triebelina sertata* (Triebel) – Titterton & Whatley: Pl. 9, 9–14pars 2000 *Triebelina cf. raripila* (Mueller) – Keyser & Schöning: fig. 32 (non fig. 27–31= *T. cf. raripila*)2012 *Triebelina sertata* (Triebel) – Antonietto et al.: fig. 5: 1–62013 *Triebelina sertata* (Triebel) – Coimbra et al.: figs. 21–24

Material: 1 valva.

Dimensiones: Lv: L = 0,45; H = 0,24.

Observaciones: ampliamente distribuido en las regiones del Indo-Pacífico (Titterton & Whatley, 1988; Maddocks, 1969), Mar Rojo (Triebel 1948), Brasil (Antonietto et al., 2012; Coimbra et al., 2013) y Caribe (Keyser and Schöning 2000), asociado a ambientes abiertos con alta anergia, por lo que se consideran alóctona en la laguna de Serrana. En el núcleo se encontró únicamente 1 valva juvenil.

Suborden CYPRIDOCOPINA Jones, 1901

Superfamilia MACROCYPRIDOIDEA Müller, 1912

Familia MACROCYPRIDIDAE Müller, 1912

Género *Yemanja* Brandão, 2010

Yemanja hawkae Maddocks, 1990

(Pl. 9, figs. 9-13)

1990 *Macrocyprina hawkae* – Maddocks: Pl. 48, figs. 1–6; Pl. 49, figs. 1–6; Pl. 81, fig. 5; Pl. 97, figs. 15–18; Pl. 109 figs. 16–17. Figs. 16, 11-12; 17, 11-12; 28, 14-16; 31, 18; 35, 10; 45, 7; 47, 20; 54, 11-14; 55, 11-13; 69, 8; 80, 30.

Material: 229 individuos, incluyendo 12 caparazones.

Dimensiones: Rv: L = 1,48; H = 0,62; Lv: L = 1,42; H = 0,56.

Observaciones: Brandão (2010) incluye esta especie dentro del nuevo género *Yemanja*, principalmente por las características de sus partes blandas, ya que en forma y patrón de manchas opacas este género es similar al género *Macrocyprina* (Maddocks, 1990).

Habitualmente euhalinos (Maddocks, 1990), la alta abundancia y presencia de adultos y juveniles con excelente preservación, se consideran aquí autóctonas de la laguna.

Superfamilia PONTOCYPRIDOIDEA Müller, 1894

Familia PONTOCYPRIDIDAE Müller, 1894

Género *Ekpontocypris* Maddocks, 1969

Ekpontocypris sp.

(Pl. 9, figs. 14-18)

2012 *Propontocypris (Ekpontocypris) pirifera?* Antonietto et al.: fig. 5:11–22

Material: 145 individuos, incluyendo 65 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,76; H = 0,37.

Observaciones: esta especie coincide en forma con los especímenes de *Propontocypris (Ekpontocypris) pirifera?* (Mueller 1894), encontrados en el archipiélago de San Pedro y San Pablo de Brasil, por Antonietto et al. (2012); sin embargo, el material brasileño no coincide con el material tipo, conforme lo discuten Bottezini & Machado (2011) y Coimbra et al. (2013). Es probable que correspondan a una especie nueva, aunque no se cuenta con las partes blandas para su descripción.

Género *Peripontocypris* Wouters, 1997

Peripontocypris magnafurcata Wouters, 1997

(Pl. 9, figs. 19-20)

1997 *Peripontocypris magnafurcata* Wouters, sp. nov.: figs. 1–16, 19–23.

Material: 2 individuos, incluyendo 1 caparazón.

Dimensiones: Rv: L = 0,47; H = 0,22. Lv: L = 0,49; H = 0,23.

Observaciones: Su Lv con la posterior bífida y ángulo cardinal distintivo caracterizan este género y especie descrita por Wouters (1997) en las islas Maldivas, en el Océano Índico, el único lugar donde este género es descrito hasta el momento. Así, el significado biogeográfico de esta especie es enigmático.

Género *Pontocypris* Sars, 1866

Pontocypris sp.

(Pl. 9, figs. 21-22)

Material: 20 individuos, incluyendo 9 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,81; H = 0,38. Rv: L = 1,01-1,05; H = 0,47-0,49.

Observaciones: algunos caparazones de esta especie, contienen ciertas partes blandas observables en foco extendido.

Género *Propontocypris* Sylvester-Bradley, 1947

Propontocypris sp.

(Pl. 9, figs. 23-24)

Material: 25 individuos, incluyendo 18 caparazones.

Dimensiones: Rv: H = 0,67-0,78; H = 0,33-0,35. Lv: L = 0,69; H = 0,34.

Superfamilia CYPRIDOIDEA

Familia CANDONIDAE Baird, 1845

Género *Aglaioocypris* Sylvester-Bradley, 1947

Aglaioocypris croneisi Teeter, 1975

(Pl. 9, figs. 25-26)

1975 *Aglaiocypris croneisi* Teeter, n. sp.: figs. 5 f–h, 6 a.

1982 *Aglaiocypris croneisi* (Teeter) – Krutak: Pl. 1, figs. 1–4.

Material: 8 individuos, incluyendo 3 caparazones. .

Dimensiones: Lv: L = 0,42; H 0,16.

Observaciones: los caparazones encontrados en este estudio, coinciden en vista lateral por su forma alargada, con la margen dorsal continua sin ángulos cardinales marcados, paralela con la dorsal y márgenes anterior y posterior casi simétricas con *Aglaiocypris croneisi* Teeter (1975) de Belice.

Subfamilia PARACYPRIDINAE Kaufmann, 1900

Género *Triangulocypris* Teeter, 1975

Triangulocypris laeva Puri, 1960

(Pl. 9, figs. 27-28)

1960 *Bythocypris laeva* Puri, n. sp.: Pl. 5, figs. 5–6; Pl. 6, figs. 16–17.

1975 *Triangulocypris laeva* (Puri) – Teeter: figs. 4 i, 5 a.

1980 *Triangulocypris laeva* (Puri) – Fithian: Pl. 2, fig. 1 a–b.

2000 *Triangulocypris laeva* (Puri) – Keyser & Schöning: Pl. 1, figs. 10–12.

Material: 111 individuos, incluyendo 38 caparazones.

Dimensiones: Lv: L = 0,76; H = 0,37.

Observaciones: su abundancia es considerablemente mayor en el techo del núcleo. Esta especie se ha registrado en el Reciente del Caribe en Belice y Venezuela (Teeter, 1975; Fithian, 1980), también en Florida (Puri, 1960) y Bermuda (Keyser & Schöning, 2000).

5.3. Abundancia y patrones de biodiversidad de los ostrácodos

5.3.1 Abundancia y biozonamiento

Paranesidea harpago, *Hemicytherura bradyi*, *Xestoleberis* sp. 1, *X.* sp. 2, *Loxoconcha* (*Loxocorniculum*) *tricornata* y *L. lenticuloides* son las especies más abundantes en este estudio con un total de 995, 466, 660, 568, 703, 502 individuos, respectivamente (Figura 5; Anexo 1), seguidas de *Loxoconcha* sp., *Paracytheridea altila*, *Xestoleberis* sp. 3 y *Yemanja hawkae* con un total de 200 especímenes aproximadamente cada uno. Las demás especies se encuentran representadas por 1 a 151 individuos. La mayoría de los ejemplares son valvas desarticuladas, aunque aún se conservan varios caparazones en cada muestra.

La zonación CONISS divide el núcleo en 4 biozonas (llamadas de base a techo: S1, S2, S3 y S4; ver Figura 5), que coinciden con cambios faunísticos notables en la abundancia relativa de varias especies. Las biozonas S-1 (80-49 cm) y S-3 (45-9 cm) se caracteriza por la menor abundancia de *A. croneisi*, *N. gerda* y *P. magniventra*, con un marcado descenso al techo de estas biozonas de *P. daniana*; a su vez, se observa una mayor abundancia de *P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata*, *X.* sp. 4 y *Y. hawkae*, que en el resto del núcleo. En la biozonas S-2 (49-45 cm) y S-4 (9-0 cm) se observa un comportamiento inverso en la abundancia de estas especies: aumentan *A. croneisi*, *N. gerda* y *P. magniventra*, acompañado por una reducción en la abundancia de *P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata*, *X.* sp. 4 y *Y. hawkae*, además de un pico de recuperación de *P. daniana*. Otras especies no parecen tener un patrón definido por estas biozonas, como *T. laeva*, que tiene un paulatino aumento en la abundancia hacia el techo del núcleo,.

Figura 5. Diagrama estratigráfico.

Abundancia relativa de Ostrácodos del núcleo NCS1, en la Laguna de Serrana. A la derecha del gráfico inferior la zonación CONISS del núcleo, que coincide con importantes cambios en las abundancias de varias especies.

La abundancia relativa de ostrácodos en general muestra una tendencia ascendente de base a techo; sin embargo, se logran identificar dos mínimos y dos máximos de abundancia a lo largo del núcleo (Figura 6). La menor abundancia en el núcleo se tiene hacia la base (~80 cm) con 26 individuos/g desde donde comienza a ascender gradualmente hasta alcanzar un máximo a los ~44 cm con ~81 individuos/g. En el intervalo de 44 a 24 cm, se presenta un descenso en la abundancia con un mínimo de ~48 individuos/g a los ~32 cm, a partir del cual de nuevo se tiene un aumento en la abundancia hacia el techo desde los 24 cm profundidad, alcanzando más de 90 individuos/g, siendo el intervalo de este estudio donde se concentra la mayor abundancia.

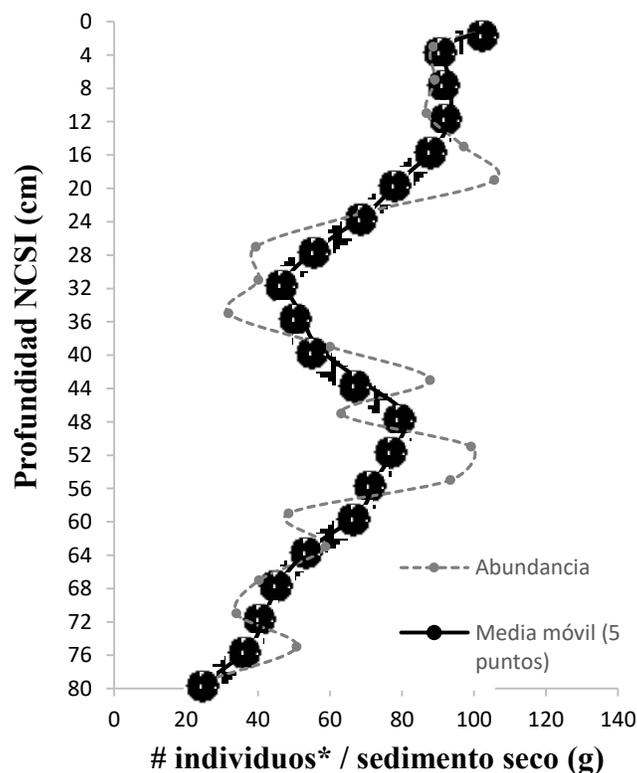


Figura 6. Gráfica de Abundancia Relativa de Ostrácodos en el núcleo NCS1.

En esta figura se presenta la gráfica de abundancia relativa (línea punteada gris) con su respectiva media móvil de cinco puntos (línea negra). # Individuos* está representado por la suma de valvas y caparazones.

5.3.2 Patrones de diversidad

En este estudio fue posible observar diferentes patrones de la diversidad (Figura 7.), aunque se tiene una tendencia de aumento de base a techo, para el índice de Shannon. Dos picos mínimos caracterizan el registro y se ubican aproximadamente a 52 cm y 28 cm de profundidad, mientras que el máximo se localiza inmediatamente después de este último, a los 19 cm desde el techo.

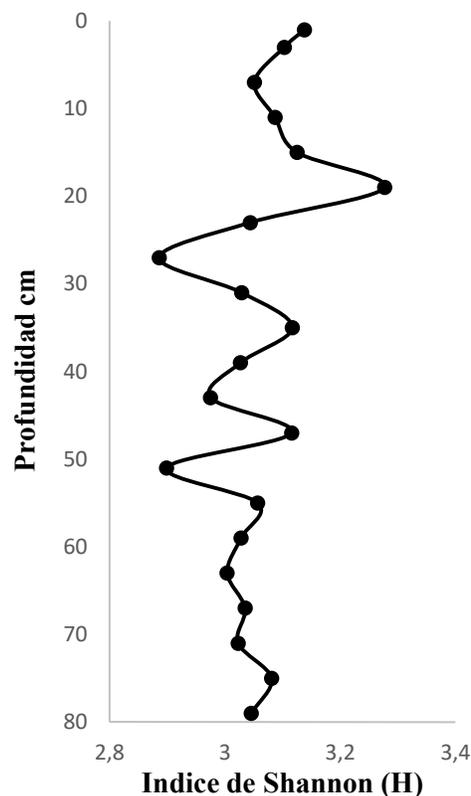


Figura 7. Gráfica de Índices de Shannon (H) en el núcleo NSC1.

6. Discusión

6.1 Recobro, preservación e indicadores *in situ*

Una de las características más remarcables de este estudio es la buena preservación de los ostrácodos (ver Sección 5.1; Figura 3 y Planchas 1-9), donde se observaron caparazones frágiles con algunas partes blandas internas aún preservadas en *Pontocypris* sp. (Figura 3-3), así como estructuras pilosas delgadas y pequeñas que se insertan en los porocanales de las valvas, denominadas sensilias (Kesling, 1951), encontradas en la totalidad de las muestras para especies como *P. harpago*, *N. gerda*, *Aponesidea* sp. 2, *Pontocypris* sp. y *N. aff. schulzi* (ver Figura 3-1, 8 y 9), o estructuras frágiles como espinas y patrones de manchas superficiales en las valvas, que se encuentran muy bien preservadas (ver Figura 3-1, 4, 5, 6 y 7); en promedio sólo el 6,9% de las valvas presenta alguna fractura o desgaste por abrasión, generalmente muy tenue.

La preservación de partes blandas en ostrácodos es un fenómeno raro, reportado en 33 ocurrencias desde el Ordovícico a nivel mundial (Matzke-Karasz & Smith 2020); este proceso exige un rápido enterramiento, así como procesos de descomposición microbiana y retrabajamiento muy lentos. De la misma manera, los individuos con la pigmentación original y las sensilias preservadas han sido usados como indicadores de individuos muertos en el momento, y cuyo retrabajamiento es casi nulo (e.g. Lawrence et al. 2008).

Un argumento adicional para la ausencia de retrabajamiento y depositación *in situ* es que en casi la totalidad de las muestras, las poblaciones de las especies más abundantes como *L. tricornata*, *L. lenticuloides* y *P. harpago*, están compuestas por valvas y caparazones desde estadios ontogenéticos tempranos (juveniles) hasta estadios adultos, identificándose para esta última especie 5 estadios, clasificados como A, A-1, A-2, A-3 y A-4 (Figura 8). Esta estructura

indica una tanatocenosis autóctona de baja energía de acuerdo con la clasificación de Boomer et al. (2003, basado en Whatley, 1988).

Sin embargo, la investigación en foraminíferos bentónicos paralela a este estudio sugiere que el núcleo NCS1 registra eventos extremos como huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos, y que probablemente el depósito se encuentre fuertemente re TRABAJADO (Jessica Hernandez y Camila Barragán, Universidad de Caldas, *pers. comm.*); esta visión del registro del núcleo estudiado es completamente plausible, toda vez que el área del Archipiélago es un área donde estos eventos extremos son comunes (ver Sección 3.2 y Anexo 3). Esto implica que los sedimentos del núcleo no muestran un registro temporal.

A partir de las características estructurales y poblacionales de ostrácodos, la interpretación de esta investigación sugiere que los sedimentos han experimentado poco transporte y se encuentran *in situ*, y por lo tanto el registro del núcleo NCS-1 tiene una consistencia temporal (i.e. la base con individuos más antiguos, el techo con fósiles más recientes). Aunque plausible, el supuesto que estos sedimentos se encuentran removilizados o re TRABAJADOS exigiría cualquiera de estas características en el registro de ostrácodos: **1)** la pérdida de las sensilias en las valvas; **2)** un alto grado de fragmentación o abrasión de las valvas y en mayor porcentaje; **3)** el transporte de los individuos juveniles en la asociación, permaneciendo principalmente estadios adultos, característica de las tanatocenosis de alta energía (ver Boomer et al. 2003; fig. 2); **4)** la fuerte fragmentación y destrucción de especies frágiles, como *P. magniventra*, *P. recta*, *Pontocypris* sp. y *Xestoleberis* spp.; **5)** la remoción y mezcla en el sedimento implicaría un proceso de homogenización del registro, por lo que no se verían fuertes cambios en las abundancias. Sin embargo, tan lejos como lo permite observar la herramienta de ostrácodos, ninguno de estos

patrones fue observado para ningún nivel del núcleo NCS1, reforzando la hipótesis, al menos para este grupo, de una sedimentación continua y un mínimo transporte *post mortem*.

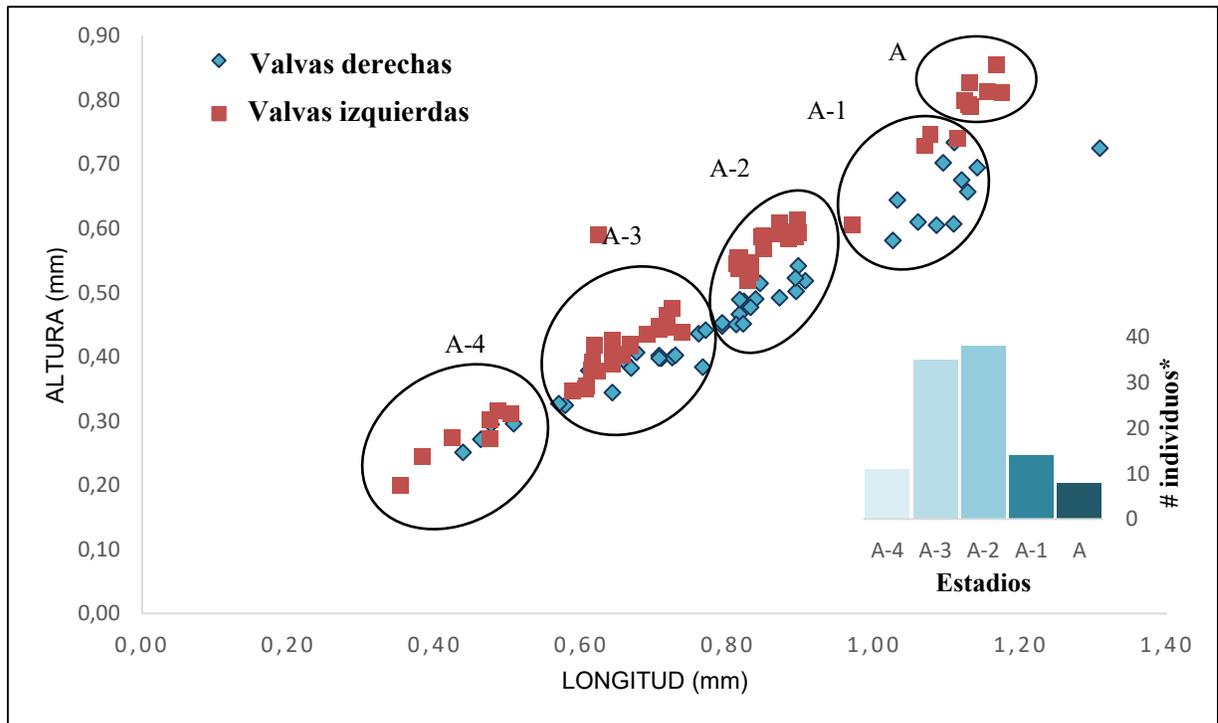


Figura 8. Gráfico de Dispersión Altura vs Longitud de las valvas para la Lv y Rv de Adultos y Juveniles de *P. Harpago* en la muestra más superficial (0-2 cm).

Los círculos en negro representan los diferentes estadios interpretados que van desde A-4 (más juvenil) hasta A (adulto). El desfase entre valvas se debe a que este género se caracteriza por presentar una Lv más grande que la Rv.

6.2 Sistemática e implicaciones geográficas y ecológicas

68 especies pertenecientes a 40 géneros y 15 familias fueron identificadas. Algunas de las especies fueron dejadas en nomenclatura abierta, bien porque posiblemente representan nuevas especies, pero requieren de una revisión ulterior, o en algunos casos la asignación específica está pendiente. Todas las especies son reportadas por primera vez en Cayo Serrana. .

Se sugiere que en el atolón de Serrana se tienen seis conjuntos faunísticos de acuerdo con su distribución geográfica (Tabla 1; Figura 9):

- 1) Fauna endémica (?) de Serrana; especies probablemente nuevas en el registro taxonómico;
- 2) Fauna autóctona; restringida al Caribe o regiones vecinas (e.g. Teeter 1975; Krutak 1982; Maddocks & Iliffe 1986; van den Bold 1988a; Keyser & Schöning 2000), que corresponde a la mayoría de especies encontradas;
- 3) Fauna interoceánica; encontrada en los océanos Pacífico-Atlántico o trans-Atlántico, como *K. praecipua*, *H. cranekeyensis*, *H. bradyi*, *J. pannosa* y *O. bradyi*; *C. paranteroides* también entra en esta categoría, pues hasta ahora se considera endémica de las Galápagos (ver 5.1. Sistemática, p. 41); se sugiere que esta especie posiblemente se instaló en el archipiélago antes de la formación del Istmo de Panamá; la separación de poblaciones que generó la formación del istmo de Panamá no supuso la especiación de ostrácodos neríticos (Teeter 1973; Cronin 1987, 1988).
- 4) Fauna de Brasil; registrada hasta ahora exclusivamente en la plataforma continental y Archipiélago de San Pedro y San Pablo, como *E. pulchra*, *Semicytherura* sp. y *X. caperata*.
- 5) Fauna pandémica; ampliamente distribuidas en el circumtrópico, como *K. inconspicua*, *T. sertata* y *T. transoceanica* (Figura 9, Titterton & Whatley, 1988, Witte & van Harten, 1991, Coimbra et al., 2004, Machado et al., 2020).
- 6) Fauna aberrante, encontrada en océanos distales como el Índico

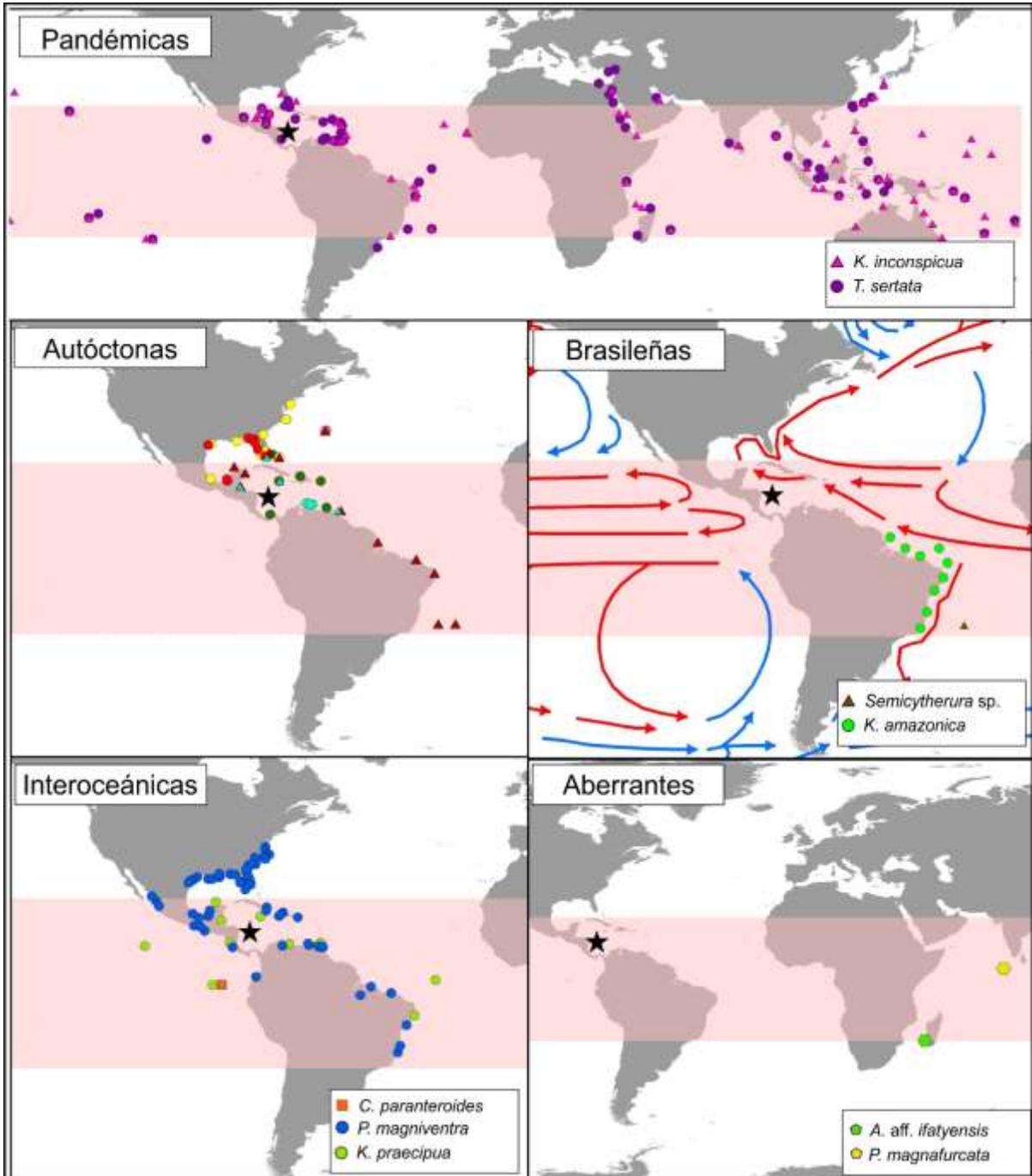


Figura 9. Mapa de afinidad biogeográfica de las especies de Serrana.

La estrella negra indica la localización del Cayo Serrana. La franja de color indica la extensión de los trópicos. Se indican en la figura algunos ejemplos representativos de cada una de estas categorías: pandémicas, autóctonas (del Caribe, Golfo, sureste de Norteamérica);

brasileñas (de la plataforma este de Suramérica); Interoceánicas (Caribe y Pacífico) y aberrantes (registradas sólo en el Índico).

Tabla 1

Faunas encontradas en Serrana y sus respectivas especies involucradas.

Faunas	Endémica (?)	<i>Aurila</i> sp., <i>Aponesidea</i> sp. 2, <i>Pontocypris</i> sp., <i>Cornucoquimba</i> n. sp (?).
	Autóctona	<i>Cytherella pandora</i> , <i>Cytherella bermudensis</i> , <i>Protocytheretta daniana</i> , <i>Cyprideis edentata</i> , <i>Cytherura sandbergi</i> , <i>Semicytherura elongata</i> , <i>Caudites angulatus</i> , <i>Caudites howei</i> , <i>Radimella confragosa</i> , <i>Radimella wantlandi</i> , <i>Phlyctocythere recta</i> , <i>Loxoconcha (Loxocorniculum) fischeri</i> , <i>Hemicytherura bradyi</i> , <i>Paracytheridea altila</i> , <i>Paracytheridea edwardsi</i> , <i>Neonesidea gerda</i> , <i>Neonesidea longisetosa</i> , <i>Paranesidea bensoni</i> , <i>Paranesidea harpago</i> , <i>Yemanja hawkae</i> , <i>Aglaiocypris croneisi</i> , <i>Triangulocypris laeva</i>
	Interoceánica	<i>Keijcyoidea praecipua</i> , <i>Hemicytherura cranekeyensis</i> , <i>Caudites nipeensis</i> , <i>Caudites paranteroides</i> , <i>Jugosocythereis pannosa</i> , <i>Orionina bradyi</i> , <i>Pellucistoma magniventra</i> , <i>Puriana convoluta</i> , <i>Loxoconcha (Loxocorniculum) lenticuloides</i> , <i>Loxoconcha (Loxocorniculum.) tricornata</i> , <i>Paracytheridea tschoppi</i> , <i>Occultocythereis angusta</i>
	Brasileña	<i>Eucytherura pulchra</i> , <i>Keijcyoidea amazonica</i> , <i>Semicytherura</i> sp., <i>Xestoleberis caperata</i>
	Pandémica	<i>Kotoracythere inconspicua</i> , <i>Tenedocythere transoceanica</i> , <i>Triebelina sertata</i>
	Aberrante	<i>Peripontocypris magnafurcata</i> , <i>Aponesidea</i> aff. <i>ifatyensis</i>

6.3. Modelo de edad

Hasta el momento, el núcleo NCS1 no tiene un modelo de edad basado en datos geocronológicos, aunque se espera tener en un futuro cercano un modelo de edad de ^{14}C o $^{210}\text{Pb}/^{137}\text{Cs}$. No obstante, el registro de *Kotoracythere inconspicua* en el núcleo puede dar indicios de su edad. De acuerdo con Witte & van Harten (1991), *K. inconspicua* es una especie de aguas tropicales poco profundas que surgió al parecer en la región Indo-Pacífica occidental en el

Mioceno; esta no ha sido reportada como fósil ni como organismo vivo en la costa del Pacífico americano, pero sí en el Reciente en ambos lados del Atlántico, tanto en el Caribe como en la costa occidental africana con características morfológicas muy similares. Debido a que desde su eclosión los ostrácodos son de naturaleza bentónica, la dispersión natural de ostrácodos de aguas someras es cuestionable en regiones oceánicas profundas carentes de islas cercanas, o por un medio de transporte pasivo como el viento, peces y/o aves (Teeter, 1973; Hartmann 1988), por lo que se ha planteado que un transporte involuntario antrópico, por medio de aguas con ostrácodos en las sentinas o casco de los barcos sea el mecanismo de transporte de *K. inconspicua* en el Holoceno hacia el Caribe y el este de Suramérica (Witte & van Harten, 1991). Si esta hipótesis es correcta, entonces *K. inconspicua* en el Caribe no puede ser más antigua que el siglo XVI, pues los primeros barcos transatlánticos desde África fueron los navíos esclavistas portugueses que llegaron a América, como de hecho lo plantean Witte & van Harten (1991).

La presencia más basal en el núcleo NCS1 de *K. inconspicua* es a los 70-72 cm (Figura 5). Esto implicaría que a esa profundidad la edad máxima no puede ser más antigua que el siglo XVI. Tomando en cuenta que los barcos esclavistas se hicieron comunes en el Caribe después del 1530 e.c., y asumiendo que una vez introducida al Caribe, se requirió de unas décadas para que esta especie llegara a Serrana (basados en el hecho que los barcos esclavistas no tenían ningún interés en fondear en el atolón), aquí se interpreta que la presencia de *K. inconspicua* debería tener una edad máxima del año ~1600 e.c.

Usando esta información, se plantea la hipótesis de edad máxima del núcleo, la cual está en concordancia con las tasas de sedimentación de ~0,25 cm/año (donde 80 cm representaría 320 años) de otras lagunas de atolones en el Caribe, como la de Blue Hole en Belice (Gischler et al., 2008). Aceptando una edad máxima del año ~1600 e.c. para el nivel a 70-72 cm de profundidad

del núcleo, y asumiendo una tasa de sedimentación constante, se construyó un modelo de edad provisional para el núcleo (ver Figura 11).

6.4. Implicaciones de la zonación con los patrones de abundancia e índices de biodiversidad

Las biozonas establecidas a partir del método de CONNIS se correlacionan con comportamientos específicos en las abundancias de ciertas especies, que al parecer son mutuamente excluyentes. El primer grupo definido por *P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata* y *Y. hawkae* se presenta en las biozonas S-1 y S-3 con una abundancia mayor que en las biozonas S-2 y S-4; algunas de ellas desaparecen casi por completo del registro, (tabla 2; Figura 5), mientras que el segundo grupo es definido por *A. croneisi*, *N. gerda* y *P. magniventra*, que tienen un comportamiento inverso al primero, con abundancias menores en las biozonas S-1 y S-3, con respecto a las biozonas S-2 y S-4.

Es difícil atribuir estos cambios en las abundancias a factores bióticos como la competición entre especies y la predación; la competición por especies introducidas generaría fuertes cambios en las especies dominantes, y la dominancia de las especies permanece constante a lo largo del núcleo; en el caso de la introducción de un predador nuevo, se esperaría que las abundancias totales, o de los taxones de su predilección disminuyan paulatinamente; sin embargo, ninguno de estos rasgos se observó en el estudio (ver Figuras 5 y 6). Se interpreta por lo tanto, que un factor abiótico es el responsable de estos cambios en las abundancias: los ostrácodos marinos del Cuaternario tienen un rango climático total dentro del cual pueden sobrevivir y reproducirse sin mayor problema, pero ciertos taxones pueden tener un rango "óptimo" mucho más específico (e.g. Lord et al. 2012); diferencias en estos óptimos climáticos pueden ser los causantes de la relación antagónica entre las abundancias de los dos grupos de taxones descritos.

Tabla 2

Abundancia Promedio por Biozona de las Especies Distintivas

Especie/Biozona	S-4	S-3	S-2	S-1	Grupo
<i>Aglaioocypris croneisi</i>	0,3	0,0	5,0	0,3	1
<i>Neonesidea gerda</i>	7,3	3,8	15	2	
<i>Pellucistoma magniventra</i>	6,0	3,1	5,0	3,5	
<i>Paranesidea harpago</i>	32,0	60,7	36,0	39,6	2
<i>Puriana convoluta</i>	0,3	1,4	0,0	1,4	
<i>Yemanja hawkae</i>	4,7	13,6	8	10,6	
<i>Xestoleberis caperata</i>	4,3	4,6	0,0	8,5	

En la figura 10, puede observarse que las biozonas se relacionan con los registros de diversidad y abundancia total del núcleo; la biozona más basal (S-1; entre 80-49 cm) presenta una tendencia general de baja diversidad (índice de Shannon), con la menor abundancia registrada pero aumentando gradualmente, lo que se podría explicar posiblemente por el aumento en la abundancia de una especie dominante del Grupo 1, como *P. harpago* o *Y. hawkae*. La biozona S-2 (49-45 cm) por el contrario presenta características distintas donde se tiene un pico de diversidad, aunque con un descenso en la abundancia, ocurriendo tal vez un fenómeno opuesto a la biozona S-1. En contraste la biozona S-3 (45-9 cm) coincide con un máximo y un mínimo tanto de diversidad como de abundancia, mientras que en S-4 (9-0 cm) solo se presenta un máximo de ambos registros (diversidad y abundancia).

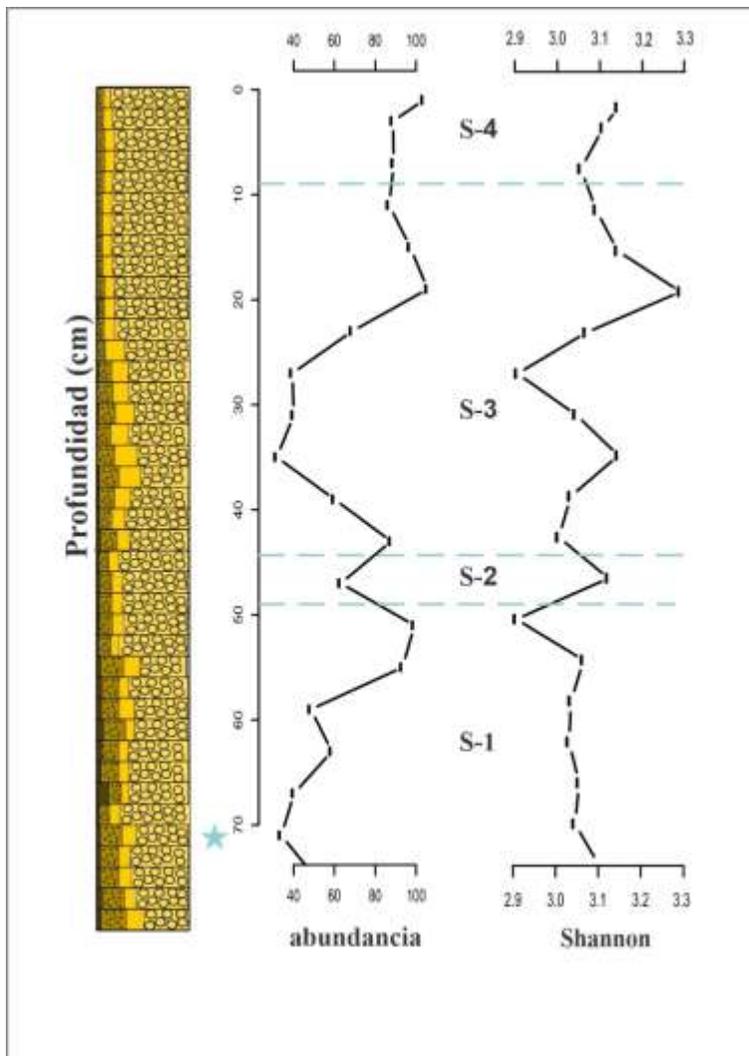


Figura 10. Abundancia e Índice de diversidad de Shannon (H) en relación con las Biozonas.

En el gráfico se presentan los registros de abundancia e índices de diversidad de Shannon. Las líneas azules punteadas delimitan las biozonas del método CONISS. La columna estratigráfica está representando los tamaños de grano encontrados a lo largo del núcleo cada dos (2) centímetros, de izquierda a derecha se tiene desde arena muy fina (marrón oscuro) hasta arena gruesa (amarillo claro). Estrella azul, primera aparición de *K. Inconspicua*..

6.5. ¿Responden los ostrácodos a los cambios climáticos del último milenio?

En el Caribe se han registrado en el último milenio diferentes eventos climáticos asociados a la interacción de distintos fenómenos ambientales (Booker et al., 2019; Lachniet et al., 2004; Richey et al., 2009; Wu et al., 2019). Dos de estos eventos son: **1**) la Pequeña Edad del Hielo (PEH) ocurrida entre 1400 y 1850 e.c., donde no solo se presentó un patrón predominantemente seco, sino que además con temperaturas superficiales del mar de hasta 3°C inferiores a las actuales (Watanabe et al., 2001; Winter et al., 2000), aunque con intervalos relativamente más cálidos que otros (Burn et al. 2016; Haase-Schramm et al. 2003), acompañado posiblemente de mayor variabilidad de la salinidad (Watanabe et al. 2001), y **2**) el Periodo Cálido Actual (PCA), una fase más húmeda y cálida posterior a la PEH se está presentando en la actualidad desde ~1850-1910 con un aumento gradual de temperatura global de ~0,74°C entre 1906 y 2005 (Trenberth 2007).

Tomando en consideración que el modelo de edad máximo establecido en este trabajo sea correcto, el núcleo NCS1 comprendería un rango de edad máxima desde aproximadamente 1600 hasta 2016 e.c. (año de extracción del núcleo) y por consiguiente, podría estar registrando estos dos eventos por medio del comportamiento de la población de ostrácodos, pues las abundancias relativas de las especies individuales dentro y entre las faunas pueden ser indicadores importantes para las reconstrucciones paleoclimáticas (Lord et al. 2012).

En la figura 11, se presenta un compendio de los análisis realizados en este estudio y se comparan con los resultados de estudios realizados en Jamaica, respecto a la temperatura a partir de la relación Sr/Ca (Haase-Schramm et al. 2003) y en la cuenca de Cariaco a partir de la concentración de Ti, reflejando patrones de precipitación y escorrentía de cuencas hidrográficas cercanas, asociados a movimientos de la ZCIT (Haug et al. 2001). Basándose especialmente en el estudio de Haase-Schramm et al. (2003), quienes establecieron que la PEH se dividió en dos pulsos fríos separados por un periodo de condiciones más húmedas y cálidas, se observa a grandes rasgos

una aparente concordancia entre las áreas delimitadas por las biozonas de ostrácodos de este estudio y estos intervalos climáticos.

La biozona S-1 comprende el primer intervalo frío de la PEH entre 1600 hasta 1709 e.c y una pequeña parte de el periodo más cálido que abarca entre 1709 y 1785 e.c, mientras que la segunda biozona S-2 concuerda con el pico máximo de este calentamiento de la PEH (Figura 11). La biozona S-3 comprende según los mismos autores el intervalo más frío de la PEH entre 1785 y 1848 e.c, donde eventualmente también ocurre la máxima disminución de la abundancia y diversidad de ostrácodos en el núcleo. Por último la biozona S-4 comienza donde también lo hace un segundo intervalo cálido y húmedo desarrollado en la actualidad. Por otra parte los picos mínimos reflejados por la señal de Titanio, es decir, de baja precipitación y escorrentía también concuerdan aparentemente con la biozona S-1, S-3 y los intervalos fríos de Sr/Ca. Vale la pena recordar que las asociaciones de ostrácodos son similares entre las biozonas S1-S3 (eventos fríos de la PEH), así como entre las S1-S4 (evento cálido de la PEH y el Periodo Cálido Actual) (ver Sección 6.4), por lo que la interpretación de que los cambios faunísticos tienen una correlación con los eventos climáticos es coherente.

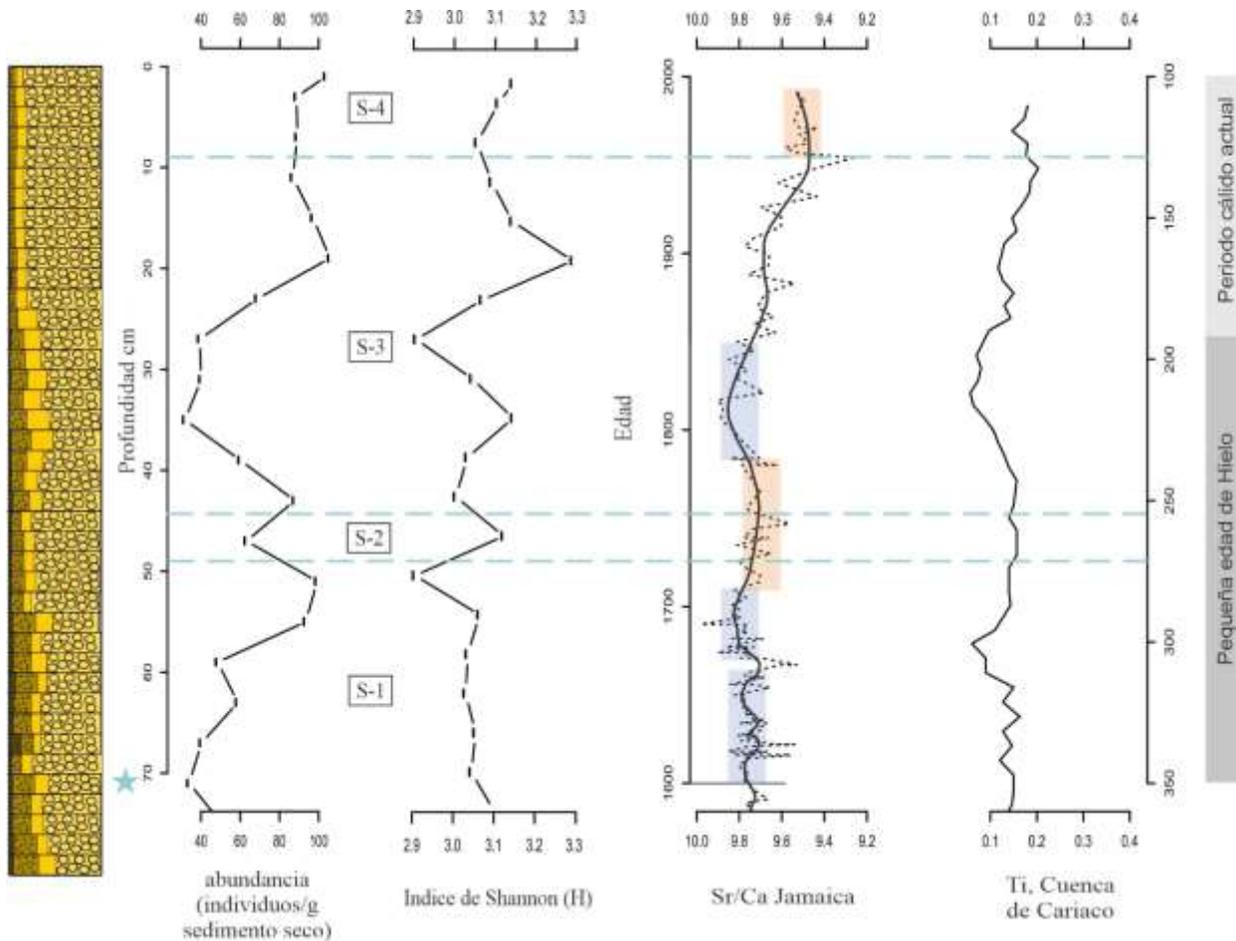


Figura 11. Registro de abundancia relativa, índice de Shannon (H), la señal climática de los últimos 400 años (desde 1600 e.c.).

La señal de Sr/Ca en Jamaica, tomada de Haase-Schramm et al. (2003) y Ti de la cuenca del Cariaco, Venezuela, tomada de (Haug et al. 2001) (edad en años antes del presente). Los rectángulos azules de acuerdo con Haase-Schramm et al. 2003) representan intervalos fríos y los rectángulos naranjas representan intervalos más cálidos. La columna estratigráfica representa los tamaños de grano encontrados a lo largo del núcleo cada dos (2) centímetros, de izquierda a derecha se tiene desde arena muy fina (marrón oscuro) hasta arena gruesa (amarillo claro). Estrella azul, primera aparición de *K. Inconspicua*.

La distribución de los ostrácodos a lo largo del núcleo también se muestra en el análisis DCA (Figura 12), donde los puntos de cada especie indican la posición relativa (medida en desviaciones

estandar) de los taxones en el espacio ecológico a lo largo del tiempo (Correa-Metrio et al. 2014). Se puede inferir entonces un recambio ecológico completo a lo largo del eje DCA 1, debido a que su longitud es de casi 10 desviaciones estandar (Hill & Gauch 1980). En otros estudios paleoecológicos utilizando ostrácodos se presenta un recambio ecológico completo a partir de longitudes de 5 desviaciones (e.g. Pérez et al. 2021). En Serrana este recambio posiblemente se debe a cambios ambientales de temperatura ocurridos en los últimos 400 años en el Caribe. Las especies pertenecientes al Grupo 1 ubicadas en los valores negativos del DCA 1 (*P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata* y *Y. hawkae*) al parecer tienen un óptimo ecológico en condiciones de temperatura más cálida a las del Grupo 2 (e.g. *A. croneisi* y *P. magniventra*); el análisis DCA es consistente con estos dos grupos como se definieron anteriormente (Secciones 5.3.1 y 6.4); es decir son antagónicos, cuando especies como *P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata* y *Y. hawkae* son abundantes, *P. magniventra* y *A. croneisi* van a exhibir una abundancia mínima.

La disminución de temperatura asociada con procesos de evaporación/precipitación, pueden llegar a generar una disminución en el gradiente de densidad entre las aguas superficiales y profundas del mar Caribe, permitiendo la mezcla de estas (Nyberg et al. 2002; Haase-Schramm et al. 2003), presentando probablemente una disminución de la salinidad de las aguas superficiales del mar. Se infiere que la distribución de los ostracodos a lo largo del DCA 1 podría estar representando cambios en la temperatura y posiblemente variaciones en la salinidad.

Sin embargo aún no está claro si estos cambios evaluados en este estudio, se debieron realmente a fenómenos climáticos o específicamente a los mencionados, por lo que se recomienda el desarrollo de dataciones que permitan establecer la edad del núcleo, así como estudios isotópicos u otro *proxy* paleoclimático.

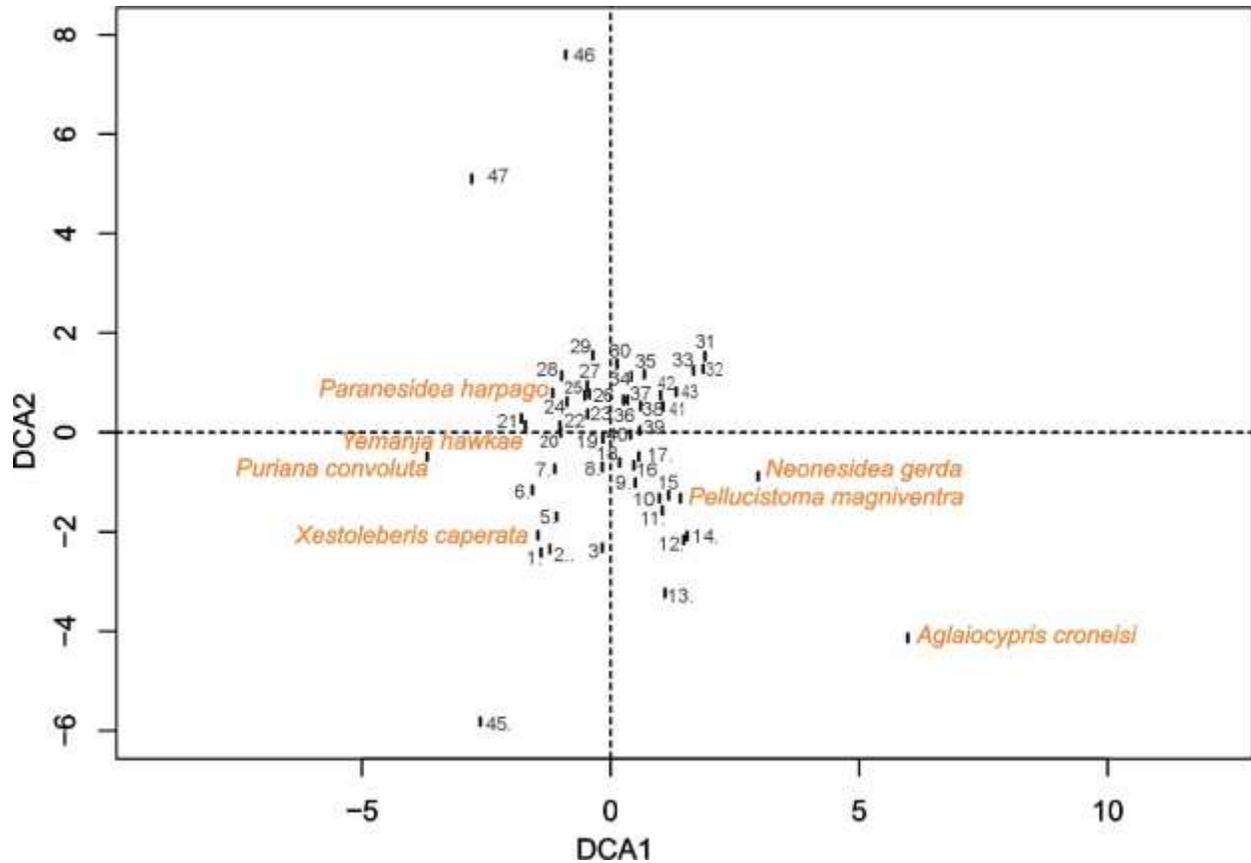


Figura 12. Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DCA).

En el diagrama se muestra la distribución de las especies en el espacio (puntos), el eje DCA 1 probablemente corresponde a temperatura y/o salinidad. Se logra observar el recambio ecológico en el eje horizontal de casi 10 unidades representando por *Puriana convoluta* (extremo negativo) y *Aglaiocypris croneisi* (extremos positivo). Los números dentro del diagrama indican las especies (ver el listado en el Anexo 3).

7. Conclusiones

Este trabajo permitió un considerable progreso en el conocimiento de la diversidad de ostrácodos en el área de la reserva Seaflower, pues de las 3 familias, 2 géneros y 1 especie registrada en las islas de San Andrés y Providencia, se identificaron 67 especies de 40 géneros y 15 familias.

Este análisis comprendió la recolección y análisis de 7087 valvas y caparzones, de los cuales, la mayoría entre juveniles y adultos con estadios desde A-4 hasta A para el caso de las especie más comunes, como *Paranesidea harpago*. Las familias Hemicytheridae y Bairdidae representan el 38% de la población involucrando entre 13 y 14 especies, respectivamente.

Las especies registradas fueron organizadas en seis grandes grupos (faunas) de acuerdo con su distribución geográfica: 1) Endémica (posiblemente especies nuevas); 2) Autóctona (i.e. del Caribe y el Golfo de México), 3) Interoceánica (compartidas entre el oceano Pacífico y el Atlántico, o especies transatlánticas); 4) Brasileñas (reportadas hasta el momento unicamente en la plataforma brasileña); 5) Pandémica (ampliamente distribuidas en el circumtrópico); y 6) Aberrantes (cuya ocurrencia es muy distal, como el Índico).

Nuestros datos sugieren que los sedimentos del núcleo analizado posiblemente han experimentado muy poco retrabajamiento en ambientes de relativamente baja energía, que permitieron mantener la continuidad estratigráfica de acuerdo con las evidencias ontogénicas, características de preservación y relaciones entre los registros de abundancia y diversidad de los ostrácodos en cada una de las muestras. Sin embargo no se descarta por completo la posibilidad de condiciones de alta energía que alteraran ésta continuidad, debido a los registros existentes del paso de huracanes y tormentas tropicales en proximidades a la zona de estudio, aunque la población de ostrácodos no lo evidencie.

Kotoracythere inconspicua, una especie pandémica cuya aparición en el Caribe probablemente fue por medios antrópicos, es decir, en estructuras de embarcaciones desde hace aproximadamente 400 años, permitió inferir una edad máxima para la base del núcleo de 1600 e.c. Sin embargo, si se demuestra por medios geocronológicos que su ocurrencia antecede la época de la Conquista, implicaría que mecanismos naturales, aún por comprobarse, serían los responsables de la amplia expansión de esta especie.

A partir del diagrama estratigráfico de abundancia de especies el núcleo se dividió en 4 biozonas, donde los comportamientos de dos grupos de especies que al parecer serían mutuamente excluyentes, permitieron identificar cambios ecológicos. El Grupo 1 corresponde a *P. harpago*, *P. convoluta*, *X. caperata* y *Y. hawkae*, mientras que el Grupo 2 lo representa *A. croneisi*, *N. gerda* y *P. magniventra*. Al parecer el Grupo 1 tiene un óptimo climático en condiciones relativamente frías como la Pequeña Edad del Hielo, mientras el Grupo 2 aumenta su abundancia en condiciones cálidas, como el Calentamiento Global Actual.

Este trabajo también plantea la hipótesis de que las comunidades de ostrácodos marinos de ambientes lagunares muestran los cambios climáticos de la superficie del Caribe. Nuevos datos geocronológicos e isotópicos son requeridos para comprobar esta relación.

Finalmente, mediante la revisión taxonómica de este trabajo, se logró la publicación del renombramiento de una especie de ostrácodo en el Eoceno de Jamaica, *Paracytheridea pucketti* nom. nov. (ver Salazar-Ríos & Bernal 2020; Anexo 4).

8. Recomendaciones

Con el fin de corroborar las preferencias ecológicas de las especies, se recomienda coleccionar muestras de ostrácodos recientes en la laguna del Atolón de Serrana y tomar datos de los parámetros fisicoquímicos en las diferentes estaciones del año, para así determinar cuantitativamente la influencia de estas variables en la asociación de ostrácodos actual..

Es necesario realizar dataciones radiométricas a los sedimentos del NSC1, con el fin de establecer un modelo de edad preciso y relacionar los datos con las variables ambientales para el tiempo adecuado. De la misma manera, realizar análisis isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ permitiría constatar la hipótesis aquí planteada de que la comunidad de ostrácodos lagunares registra los cambios climáticos del Caribe de los últimos siglos.

Referencias

- Acero, A., Jose Julian Tavera, Andrea Polanco, and Nacor Bolaños-cubillos. 2019. "Fish Biodiversity in Three Northern Islands of the Seaflower Biosphere Reserve (Colombian Caribbean)." *Frontiers in Marine Science* 6:113.
- Allison, E. C., and J. C. Holden. 1971. "Recent Ostracodes from Clipperton Island, Eastern Tropical Pacific." *Transactions of San Diego Society of Natural History* 16:165–214.
- Álvarez-Gutiérrez, Yennifer, Carolina Amaya-López, Laura Natalie Barbosa-Mejía, Juan Sebastián Builes-Carvajal, Jose David Henao-Casas, Sandra Marcela Montoya-Cañola, Paula Andrea Pacheco-Sintura, León Fernando Ramírez-Hoyos, S. Urrego-Osorio, O. Ordoñez-Carmona, and Jorge Julián Restrepo-Álvarez. 2014. "Descripción e Interpretación Geológica de Las Islas de Providencia y Santa Catalina." *Boletín de Ciencias de La Tierra* 35:67–81.
- Antonietto, Lucas Silveira, Cláudia Pinto Machado, Dermeval Aparecido do Carmo, and José Wilson Correa Rosa. 2012. "Recent Ostracoda (Arthropoda, Crustacea) from São Pedro-São Paulo Archipelago, Brazil: A Preliminary Approach." *Zootaxa* 3335 29–53.
- Baron-Vargas, J. A., and S. Pauwels-Romero. 2015. "Análisis Geomorfológico de La Isla Cayos de Serrana y La Isla Cayos de Serranilla Con Base En Datos Lidar e Imágenes de Sensores Remotos." Bsc Tesis, (programa). Escuela naval de cadetes Almirante Padilla.
- Bate, Raymond H., John E. Whittaker, and Carol A. Mayes. 1981. "Marine Ostracoda of the Galapagos Islands and Ecuador." *Zoological Journal of the Linnean Society* 73:1–79.
- Benda, W., and H. Puri. 1962. "The Distribution of Foraminifera and Ostracoda off the Gulf Coast of the Cape Romano Area, Florida." *Transactions—Gulf Coast Association of Geological Societies* 12:303–41.
- Bennett, K. D. 2009. "Psimpoll 4.27." *C Program for Plotting Pollen Diagrams and Analyzing Pollen Data* <http://www.chrono.qub.ac.uk/psimpoll/psimpoll.html>.
- Benson, Richard, and George Coleman. 1963. "Recent Marine Ostracodes from the Eastern Gulf of Mexico." *Arthropoda* 1–52.
- Bergue, Cristianini Trescastro, and João Coimbra. 2002. "New Recent Ostracode Species from the Brazilian Equatorial Shelf." *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie Monatshefte* 11:659–70.
- van den Bold, W. A. 1963. "Anomalous Hinge Structure in a New Species of Cytherelloidea." *Micropaleontology* 9:75–78.
- van den Bold, W. A. 1963. "Upper Miocene and Pliocene Ostracoda of Trinidad." *Micropaleontology* 9 (4):361–424.
- van den Bold, W. A. 1971. "Ostracoda of the Coastal Group of Formations of Jamaica." *Gulf Coast*

- Association of Geological Societies Transactions* 21:325–50.
- van den Bold, W. A. 1975. “Distribution of the Radimella Confragosa Group (Ostracoda, Hemicytherinae) in the Late Neogene of the Caribbean.” *Journal of Paleontology* 49 (4):692–701.
- van den Bold, W. 1946. “Contribution to the Study of Ostracoda with Special Reference to the Tertiary and Cretaceous Microfauna of the Caribbean Region.” *DeBussy, Amsterdam*, 167.
- van den Bold, W. 1963. “The Ostracode Genus Orionina and Its Species.” *Journal of Paleontology* 37(1):33–50.
- van den Bold, W. 1966. “Ostracoda from Colon Harbour, Panama.” *Caribbean Journal of Science* 6(1–2):1–23.
- van den Bold, W. 1973. “Distribution of Ostracoda in the Oligocene and Lower and Middle Miocene of Cuba.” *Caribbean Journal of Science* 13:145–67.
- van den Bold, W. 1978. “Distribution of Marine Podocypid Ostracoda in the Gulf of Mexico and the Caribbean.” *Sixth International Ostracod Symposium* 175–86.
- van den Bold, W. 1988a. “Neogene Paleontology in the Northern Dominican Republic 7. the Subclass Ostracoda (Arthropoda: Crustacea).” *Bolletins of American Paleontology* 49(329):1–120.
- van den Bold, W. 1988b. “Ostracoda of Alacran Reef, Campeche Shelf, Mexico.” Pp. 143–56 in *Tulane Studies in Geology and Paleontology volumen 21*.
- Booker, Simone, B. Jones, Thomas Chacko, and Long Li. 2019. “Insights into Sea Surface Temperatures from the Cayman Islands from Corals over the Last ~540 years.” *Sedimentary Geology* 389:218–40.
- Boomer, Ian, and Gary Eisenhauer. 2002. “Ostracod Faunas as Palaeoenvironmental Indicators in Marginal Marine Environments.” Pp. 135–49 in *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research Geophysical Monograph*. Vol. 131.
- Boomer, Ian, David J. Horne, and Ian J. Slipper. 2003. “The Use of Ostracods in Palaeoenvironmental Studies, or What Can You Do with an Ostracod Shell?” *The Paleontological Society Papers* 9:153–80.
- Bottezini, S. R., and C. P. Machado. 2011. “Estudo Preliminar Sobre Ostracodes Recentes Do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).” *Congresso Brasileiro de Paleontologia* 22:773–76.
- Brady, G. S. 1869. “Descripción de Ostracoda.” Pp. 113–76 in *Les Fonds de la Mer*, edited by L. D. Folin and L. Périer. Paris.
- Brady, G. S. 1870. “Description of Ostracoda.” Pp. 177–256 in *Les Fonds de la Mer, Etude internationale sur les particularités nouvelles des regions sous-marines*, edited by L. D. Folin and L. Périer.
- Brady, G. S. 1880. “Report on the Ostracoda Dredged by HMS Challenger during the Years 1873-1876.” *Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS Challenger* 1:1–184.
- Brady, G. S. 1902. “On New or Imperfectly Known Ostracoda, Chiefly from a Collection in the Zoological

- Museum, Copenhagen.” *The Transactions of the Zoological Society of London* 16 (4):179–210.
- Brandão, S. N., and I. Karanovic. 2021. “World Ostracoda Database.” <http://www.marinespecies.org/ostracoda>.
- Brandão, Simone n. 2010. “Macrocyprididae (Ostracoda) from the Southern Ocean: Taxonomic Revision, Macroecological Patterns, and Biogeographical Implications.” *Zoological Journal of the Linnean Society* 159:567–672.
- Bryant, Dirk;, Laretta Burke, John McManus, and Sp. 2016. “Reefs at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the Worlds Coral Reefs.” *World Resources Institute* 6–7.
- Burgl, Hans. 1961. “Contribución a La Estratigrafía y Litogenésis de La Isla de San Andres.” *Boletín Geológico* 7:5–25.
- Burn, Michael J., Jonathan Holmes, Lisa M. Kennedy, Allison Bain, Jim D. Marshall, and Sophia Perdikaris. 2016. “A Sediment-Based Reconstruction of Caribbean Effective Precipitation during the ‘Little Ice Age’ from Freshwater Pond, Barbuda.” *Holocene* 26(8):1237–47.
- Cabioch, Guy, Roger Mglada, and Jean-François Babinot. 1986. “Microfaunes et Paléoenvironnements Des Récifs Frangeants Quaternaires de Mamié et Ricaudy (Nouvelle-Calédonie).” *Cahiers de Micropaléontologie* 1:5–66.
- Cantor Acosta, L. C. 2016. “Reconstrucción de Eventos Energéticos Oceánicos Extremos a Través de Las Variables Olas y Viento y Su Relación Con La Geomorfología Del Atolón Serrana .” Universidad Nacional de Colombia facultad de ingeniería ambiental.
- Carvajal-Arenas, Luis Carlos, and Paul Mann. 2018. “Western Caribbean Intraplate Deformation: Defining a Continuous and Active Microplate Boundary along the San Andres Rift and Hess Escarpment Fault Zone , Colombian Caribbean Sea.” *AAPG Bulletin* 102(8):1523–63.
- Case, J. E., T. L. Holcombe, and R. G. Martin. 1984. “The Caribbean South American Plate Boundary and Regional Tectonics.” Pp. 1–30 in *The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics. GSA Memoir 162*, edited by W. E. Bonini, R. B. Hargraves, and R. Shagam.
- CCO. 2015. *Aportes Al Conocimiento de La Reserva de Biósfera Seaflower*. edited by S. E. Nossa, J. M. Soltan-Ospinal, and A. Rueda-Durán. Comisión Colombiana del Oceano.
- Coimbra, J. C., and A. .. Carreño. 2012. “Richness And Palaeo-Zoogeographical Significance Of The Benthic Ostracoda (Crustacea) From The Oceanic Island Of Trindade And Rocas Atoll, Brazil.” *Revista Brasileira de Paleontologia* 15:189–202.
- Coimbra, João, Silvia R. Bottezini, and Cláudia P. Machado. 2013. “Ostracoda (Crustacea) from the Archipelago of São Pedro and São Paulo, Equatorial Atlantic, with Emphasis on a New Hemicytheridae Genus.” *Iheringia. Série Zoologia* 103 (3):289–301.
- Coimbra, João C., Luisa Carreño, and José Michelli. 1999. “Taxonomy And Zoogeography Of The Family

- Cytheruridae (Ostracoda) From The Brazilian Equatorial Continental Shelf.” *Iheringia Serie Zoologia* 87:117–42.
- Coimbra, João Carlos, and L. P. Ornellas. 1987. “The Subfamily Orionininae Puri, 1973 (Ostracoda; Hemicytheridae) in the Brazilian Continental Shelf, Part II. Systematic of the Genus *Caudites* Coryell & Fields, 1973.” *Pesquisas Em Geociências* 19:55–80.
- Coimbra, João, and Luisa Carreño. 2002. “Subrecent Bairdiinae (Crustacea, Ostracoda) from the Brazilian Equatorial Shelf.” *Revista Española de Micropaleontología* 34 (2):187–99.
- Coimbra, João, Iraja´. Damiani Pinto, Norma Luiza Würdig, and Dermeval Aparecido do Carmo. 1999. “Zoogeography of Holocene Podocopina (Ostracoda) from the Brazilian Equatorial Shelf.” *Marine Micropaleontology* 37:365–79.
- Coimbra, João, M. Ramos, R. Whatley, and C. Bergue. 2004. “The Taxonomy and Zoogeography of the Family Trachyleberididae (Crustacea: Ostracoda) from the Equatorial Continental Shelf of Brazil.” *Journal of Micropalaeontology*, 23:107–18.
- Coimbra, João, Maria Inês Ramos, and Yvonne T. Sanguinetti. 1992. “Sub-Recent Ostracodes of the Tamandare Bay, Northeastern Biofacies, Brazil - A Preliminary Report on Biofacies.” *Pesquisas Em Geociências* 19:94–105.
- CORALINA-INVEMAR. 2012. *Atlas de La Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” -INVEMAR- y Corporación Para El Desarrollo Sostenible Del Archipiélago de S. Vol. 28.*
- CORALINA. 2020. “CORALINA. Corporacion Para El Desarrollo Sostenible Del Archipelago de San Andres, Providencia y Santa Catalina.” Retrieved (<http://www.coralina.gov.co/nuevositio/>).
- Correa-Metrio, Alexander, Yanus Dechnik, Socorro Lozano-García, and Margarita Caballero. 2014. “Detrended Correspondence Analysis: A Useful Tool to Quantify Ecological Changes from Fossil Data Sets.” *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana* 66:135–43.
- Coryell, H. N., and Suzanne Fields. 1937. “A Gatun Ostracode Fauna from Cativa, Panama.” *American Museum Novitates* 956:1–18.
- Cronin, T. M., and M. E. Raymo. 1997. “Orbital Forcing of Deep-Sea Benthic Species Diversity.” *Letters to Nature* 385:624–26.
- Cronin, Thomas M. 1979. “Late Pleistocene Marginal Marine Ostracodes from the Southeastern Atlantic Coastal Plain and Their Paleoenvironmental Implications.” *Géographie Physique et Quaternaire* 33(2):121–73.
- Cronin, Thomas M. 1987. “Evolution, Biogeography, and Systematics of Puriana: Evolution and Speciation in Ostracoda, III.” *Paleontological Society* 21:1–71.
- Cronin, Thomas M. 1988. “Geographical Isolation in Marine Species: Evolution and Speciation in

- Ostracoda, I.” *Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 11(C):871–89.
- Cronin, Thomas M., and N. Schmidt. 1988. “Evolution and Biogeography of Orionina in the Atlantic, Pacific and Caribbean: Evolution and Speciation in Ostracoda, 11.” Pp. 927–39 in *Evolutionary biology of Ostracoda.*, edited by Hanai, Ikeya, and Ishizaki.
- Díaz-Pulido, Guillermo, and German Bula-Meyer. 1997. “Marine Algae from Oceanic Atolls in the Southwestern Caribbean (Albuquerque Cays, Courtown Cays, Serrana Bank, and Roncador Bank).” *Atoll Research Bulletin* (443–449):3–6.
- Díaz-Pulido, Guillermo, Juan Armando Sánchez, Sven Zea, Juan M. Díaz, and Jaime Garzón-Ferreira. 2004. “Esquemas de Distribución Espacial En La Comunidad Bentónica de Arrecifes Coralinos Continentales y Oceánicos Del Caribe Colombiano.” *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 28(108):337–47.
- Díaz, Juan Manuel, L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferrerira, Jörn Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata, and S. Zea. 2000. *Áreas Coralinas de Colombia*. Santa Marta: INVEMAR. Serie de publicaciones especiales 5.
- Díaz, Juan Manuel, Guillermo Díaz-Pulido, J. Garzón-Ferrerira, Jörn Geister, Juan Armando Sánchez, and S. Zea. 1996. *Atlas de Los Arrecifes Coralinos Del Caribe Colombiano*. Santa Marta: INVEMAR.
- Díaz, Juan Manuel, and César Fernando García-Llano. 2010. “Moluscos Del Mioceno y Del Pleistoceno de La Isla de San Andrés (Mar Caribe, Colombia) y Consideraciones Paleobiogeográficas.” *Revista Acad. Colombiana de Ciencias* 34:105–16.
- Eakin, Mark C., Jessica A. Morgan, Scott F. Heron, Tyler B. Smith, Gang Liu, Lorenzo Alvarez-Filip, Bart Baca, Erich Bartels, Carolina Bastidas, Claude Bouchon, Marilyn Brandt, Andrew W. Bruckner, Lucy Bunkley-williams, Andrew Cameron, Billy D. Causey, Mark Chiappone, Tyler R. L. Christensen, M. James C. Crabbe, Owen Day, Elena de la Guardia, Guillermo Díaz-Pulido, Daniel DiResta, Diego L. Gil-agudelo, David S. Gilliam, Robert N. Ginsburg, Shannon Gore, Héctor M. Guzmán, James C. Hendee, James C. Hendee, Edwin A. Hernández-Delgado, Ellen Husain, Christopher F. G. Jeffrey, Ross J. Jones, Eric Jordán-Dahlgren, Les S. Kaufman, David I. Kline, Philip A. Kramer, Judith C. Lang, Diego Lirman, Jennie Mallela, Carrie Manfrino, J. P. Maréchal, Ken Marks, Jennifer Mihaly, W. Jeff Miller, Erich M Mueller, Erin M Mueller, Carlos A. Orozco Toro, Hazel A. Oxenford, Daniel Ponce-Taylor, Norman Quinn, Kim B. Ritchie, Sebastián Rodríguez, Alberto Rodríguez-Ramírez, Sandra Romano, Jameal F. Samhuri, Juan A. Sánchez, George P. Schmahl, Burton V Shank, William J. Skirving, Sascha C. C. Steiner, Estrella Villamizar, Sheila M. Walsh, Cory Walter, Ernesto Weil, Ernest H. Williams, Kimberly Woody Roberson, and Yusri Yusuf. 2010. “Caribbean Corals in Crisis: Record Thermal Stress, Bleaching and Mortality in 2005.” *PLoS One* 5(11):e13969.
- Edwards, richard a. 1944. “Ostracoda from the Duplin Marl (Upper Miocene) of North Carolina.” *Journal of Paleontology* 18(6):505–28.

- Fatela, F., and R. Taborda. 2002. "Microfossil, Confidence Limits of Species Proportions in Assemblages." *Marine Micropaleontology* 45:169–74.
- Fauth, Gerson, and João Carlos Coimbra. 1998. "Zoogeography of the Ostracode Genera *Auradilus* and *Radimella* on the Brazilian Continental Shelf." *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie - Monatshefte* (8):463–74.
- Fensterer, Claudia, Denis Scholz, Dirk Hoffmann, Christoph Spötl, Jesús M. Pajón, and Augusto Mangini. 2012. "Cuban Stalagmite Suggests Relationship between Caribbean Precipitation and the Atlantic Multidecadal Oscillation during the Past 1.3 Ka." *Holocene* 22(12):1405–12.
- Fithian, Patricia Ann. 1980. "Distribution and Taxonomy of the Ostracoda of the Paria-Trinidad-Orinoco Shelf (Volumes I and II)." *LSU Historical Dissertations and Theses*. 559.
- Garay, J., F. Castillo, C. Andrade, J. Aguilera, L. Niño, M. De la Pava, W. López, and G. Márquez. 1988. "Estudio Oceanográfico Del Area Insular y Oceánica Del Caribe Colombiano-Archipiélago de San Andrés y Providencia y Cayos Vecinos." *Boletín Científico CIOH* 9:3–73.
- Garbett, Elizabeth C., and Rosalie F. Maddocks. 1979. "Zoogeography of Holocene Cytheracean Ostracodes in the Bays of Texas." *Journal of Paleontology* 53(4):841–917.
- Gardner, Toby A., Isabelle M. Côte, Jennifer A. Gill, Alastair Grant, and Andrew R. Watkinson. 2003. "Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals." *Science* 301:958–60.
- Garzón-Ferreira, Jaime, and Alberto Rodríguez-Ramírez. 2010. "Simac: Development and Implementation of a Coral Reef Monitoring Network in Colombia." *Revista de Biología Tropical* 58(SUPPL. 1):67–80.
- GEBCO,2019, GEBCO 2019 Grid:, doi:doi:10.5285/836f016a-33be-6ddc-e053-6c86abc0788e.
- Geister, J., and J. Díaz. 2007. *Ambientes Arrecifales y Geología de Un Archipiélago Oceánico: San Andrés, Providencia y Santa Catalina*.
- Geister, Jörn. 1992. "Modern Reef Development and Cenozoic Evolution of an Oceanic Island/Reef Complex: Isla de Providencia (Western Caribbean Sea , Colombia)." *Facies* 27:1–69.
- Gischler, E., Shinn, E.A., Oschmann, W., Fiebig, J., Buster, N.A. 2008. "A 1500-year Holocene Caribbean climate archive from the Blue Hole, Lighthouse Reef, Belize". *Journal of Coastal Research*, 24: 1495-1505.
- Glynn, P. W. 2011. "In Tandem Reef Coral and Cryptic Metazoan Declines and Extinctions." *MARINE SCIENCE* 87(4):767–94.
- Goodkin, Nathalie F., Konrad A. Hughen, Anne L. Cohen, and Struan R. Smith. 2005. "Record of Little Ice Age Sea Surface Temperatures at Bermuda Using a Growth-Dependent Calibration of Coral Sr/Ca." *Paleoceanography* 20(4):1–9.
- Grimm, Eric. 1987. "CONISS: A Fortran 77 Program for Stratigraphically Constrained Cluster Analysis

- by the Method of Incremental Sum of Squares.” *Computers & Geosciences* 13:13–35.
- Grossman, Stuart, and Richard Benson. 1967. “Ecology of Rhizopodea and Ostracoda of Southern Pamlico Sound Region, North Carolina.” *Ecology* 112.
- Haase-Schramm, Alexandra, Florian Böhm, Anton Eisenhauer, Wolf Christian Dullo, Michael M. Joachimski, Bent Hansen, and Joachim Reitner. 2003. “Sr/Ca Ratios and Oxygen Isotopes from Sclerosponges: Temperature History of the Caribbean Mixed Layer and Thermocline during the Little Ice Age.” *Paleoceanography* 18(3):1–15.
- Hammer, Øyvind, David A. T. Harper, and Paul D. Ryan. 2001. “PAST : Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis PAST : Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis Even a cursory Glance at the Recent Paleontological Literature Should Convince Anyone Tha.” *Palaeontologia Electronica* 4(1):1–9.
- Hartmann, G. 1964. “Zur Kenntnis Der Ostracoden Des Roten Meeres.” *Kieler Meeresforschungen* 20:35–127.
- Hartmann, Gerd. 1988. “Distribution and Dispersal of Littoral Pacific Island Ostracoda.” *Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 11(C):787–95.
- Haug, Gerald H., D. Günther, Larry C. Peterson, Daniel M. Sigman, Konrad A. Hughen, and B. Aeschlimann. 2003. “Climate and the Collapse of Maya Civilization.” *Science* 299(March):1731–35.
- Haug, Gerald H., Konrad A. Hughen, Daniel M. Sigman, Larry C. Peterson, and Ursula Röhl. 2001. “Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone through the Holocene.” *Science* 293:1304–8.
- Hazel, Joseph E. 1977. “Distribution of Some Biostratigraphically Diagnostic Ostracodes in the Pliocene and Lower Pleistocene of Virginia and Northern North Carolina.” *Journal of Research of the U.S Geological Survey* 5(3):373–88.
- Hazel, Joseph E. 1983. “Age and Correlation of the Yorktown (Pliocene) and Croatan (Pliocene and Pleistocene) Formations at the Lee Creek Mine.” Pp. 81–200 in *Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine. North Carolina*, edited by C. E. Ray. Washington: SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO PALEOBIOLOGY.
- Hill, M. O., and H. G. Gauch. 1980. “Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique.” *Vegetatio* 42:47–58.
- Hodell, David, Mark Brenner, and Jason Curtis. 2005. “Terminal Classic Drought in the Northern Maya Lowlands Inferred from Multiple Sediment Cores in Lake Chichancanab (Mexico).” *Quaternary Science Reviews* 24(12–13):1413–27.
- Holden, John C. 1976. “Late Cenozoic Ostracoda From Midway Island Drill Holes Late Cenozoic Ostracoda From Midway Island Drill Holes.” *UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING*

OFFICE, WASHINGTON 87.

- Holmes, Jonathan A. 2002. "Introduction." Pp. 1–4 in *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research Geophysical Monograph 131*.
- Horne, David J., Anne Cohen, and Koen Martens. 2002. "Taxonomy , Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda." Pp. 5–36 in *The Ostracoda. Applications in Quaternary Research.*, edited by J. A. Holmes and A. R. Chivas. Geophysical Monograph Series.
- Institute for Marine Remote Sensing, University of South Florida (IMaRS/USF), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UNEP-WCMC, The WorldFish Center, and WRI, 2011. Global Coral Reefs composite dataset compiled from multiple sources for use in the Reefs at Risk Revisited project incorporating products from the Millennium Coral Reef Mapping Project prepared by IMaRS/USF and IRD.
- <https://datasets.wri.org/dataset/tropical-coral-reefs-of-the-world-500-m-resolution-grid>.
- Ishizaki, Kunihiro, and Fredrick Gunther. 1974. "Ostracoda of the Family Cytheruridae from the Gulf of Panama." *The Science Reports of the Tohoku University. Second Series, Geology* 45(1):1–68.
- Jara Baquero, Andrea Carolina. 2007. "Estructura de La Comunidad de Macrocrustáceos Bentónicos de Las Áreas Someras (0 - 20 m) y Profundas (80 – 170 m) de Las Islas de Providencia y Santa Catalina Presentes Durante La Época Seca Del 2005." Universidad Jorge Tadeo Lozano facultad de biología marina.
- Jellinek, Thomas. 1995. "The Plio-LPleistocene Genus Mutilus NEVIANI 1955 (Ostracoda) and Some of Its so-Called Recent Descendants." *Senckenbergiana Lethaea*, 72:163–91.
- Keen, Michael C. 1988. "The Evolution and Distribution of Cytherettine Ostracods." *Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 11(C):967–86.
- Keigwin, Lloyd D. 1996. "The Little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea." *Science* (26):1504–8.
- Kennett, Douglas J., Sebastian F. M. Breitenbach, Valorie V. Aquino, Yemane Asmerom, Jaime Awe, James U. L. Baldini, Patrick Bartlein, Brendan J. Culleton, Claire Ebert, Christopher Jazwa, Martha J. Macri, Norbert Marwan, Victor Polyak, Keith M. Prufer, Harriet E. Ridley, Harald Sodemann, Bruce Winterhalder, and Gerald H. Haug. 2012. "Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change." *Science* 338(6108):788–91.
- Kesling, R. V. 1951. "Terminology of Ostracod Carapaces." *Contributions from the Museum of Paleontology - University of Michigan* 9(4):93–171.
- Keyser, Dietmar, and Carol Schöning. 2000. "Holocene Ostracoda (Crustacea) from Bermuda." *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 80 (2):567–92.
- Klie, W. 1939. "Ostracoden Aus Den Marinen Salinen von Bonaire, Curacao Und Aruba." *Capita*

Zoologica 8 (4):1–19.

- Knowlton, Nancy, Russell E. Brainard, Rebecca Fisher, Megan Moews, Laetitia Plaisance, and M. Julian Caley. 2010. "Coral Reef Biodiversity." Pp. 65–77 in *Life in the World's Oceans*, edited by A. D. McIntyre. Blackwell Publishing Ltd.
- Kornicker, Louis S. 1961. "Ecology and Taxonomy of Recent Bairdiinae (Ostracoda)." *Micropaleontology* 7:55–70.
- Kornicker, Louis S. 1963. "Ecology and Classification of Bahamian Cytherellidae (Ostracoda)." *Micropaleontology* 9(1):61–70.
- Krutak, P. R. 1982. "Modern Ostracodes of the Veracruz-Anton Lizardo Reefs, Mexico." *Micropaleontology* 28(3):258–88.
- Krutak, Paul. 1971. "The Recent Ostracoda of Laguna Mandinga, Veracruz, Mexico." *Micropaleontology* 17(1):1–30.
- Krutak, Paul. 1982. "Modern Ostracodes of the Veracruz-Anton Lizardo Reefs, Mexico." *Micropaleontology*, 28(3):258–88.
- Krutak, Paul, and Raul Gío-Argaez. 1994. "Ecology, Taxonomy and Distribution of Dominant Ostracode Taxa in Modern Carbonate Sediments, Northeastern Yucatán Shelf, Mexico." *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 2(2):193–213.
- Lachniet, Matthew, Yemane Asmerom, Victor Polyak, and Pablo Juan Bernal. 2017. "Two Millennia of Mesoamerican Monsoon Variability Driven by Pacific and Atlantic Synergistic Forcing." *Quaternary Science Reviews* 155:1–113.
- Lachniet, Matthew S., Stephen J. Burns, Dolores R. Piperno, Yemane Asmerom, Victor J. Polyak, Christopher Moy, and Keith Christenson. 2004. "A 1500-Year El Niño/Southern Oscillation and Rainfall History for the Isthmus of Panama from Speleothem Calcite." *Journal of Geophysical Research* 19:1–8.
- Lane, Chad, Sally Horn, Claudia Mora, and Kenneth Orvis. 2009. "Late-Holocene Paleoenvironmental Change at Mid-Elevation on the Caribbean Slope of the Cordillera Central, Dominican Republic: A Multi-Site, Multi-Proxy Analysis." *Quaternary Science Reviews* 28(23–24):2239–60.
- Lane, Chad S., Sally P. Horn, and Matthew T. Kerr. 2014. "Beyond the Mayan Lowlands: Impacts of the Terminal Classic Drought in the Caribbean Antilles." *Quaternary Science Reviews* 86:89–98.
- Lane, Chad S., Sally P. Horn, Kenneth H. Orvis, and John M. Thomason. 2011. "Oxygen Isotope Evidence of Little Ice Age Aridity on the Caribbean Slope of the Cordillera Central, Dominican Republic." *Quaternary Research* 75(3):461–70.
- Lawrence, J. R., K. Hyeong, R. F. Maddocks, and K. S. Lee. 2008. "Passage of Tropical Storm Allison (2001) over Southeast Texas Recorded in $\Delta^{18}\text{O}$ Values of Ostracoda." *Quaternary Research* 70:339–

42.

- Lean, Judith, Juerg Beer, and Raymond Bradley. 1995. "Reconstruction of Solar Irradiance since 1610: Implications for Climate Change." *Geophysical Research Letters* 22(23):3195–98.
- Lord, Alan R., Ian Boomer, Brouwers Elisabeth, and John Whittaker. 2012. "Ostracod Taxa as Palaeoclimate Indicators in the Quaternary." Pp. 37–45 in *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*, edited by F. A. V. David J. Horne, Jonathan A. Holmes, Julio Rodriguez-Lazaro.
- Da Luz, Nathália Carvalho, and João Coimbra. 2019. "Ostracods (Crustacea: Ostracoda) of the Vitória-Trindade Chain, Southwestern Atlantic." *Anais Da Academia Brasileira de Ciências* Sometido:73.
- Lyon, Sharon King. 1990. "Biostratigraphic and Paleoenvironmental Interpretations Late Pleistocene Ostracoda." Pp. D1- in *Studies Related to the Charleston, South Carolina, Earthquake of 1886 Neogene and Quaternary Lithostratigraphy and Biostratigraphy*.
- Machado, Claudia, João Carlos Coimbra, and Cristianini Trescastro Bergue. 2020. "Provinciality of Ostracoda (Crustacea) in the Northeastern and Eastern Brazilian Shelves Based on Neontological and Paleontological Analyses." *Revista Brasileira de Paleontologia* 23(1):3–31.
- Machain-Castillo, M. L., F. R. Gío-Argáez, and J. A. Alcalá-Herrera. 1995. "Los Ostracodos Del Golfo de Tehuantepec, México." *Revista de La Sociedad Mexicana de Historia Natural* 46:76–82.
- Maddocks, R. 1969. *Revision of Recent Bairdiidae (Ostracoda)*. smithsonian institution press city of washington.
- Maddocks, R. 1990. *Living and Fossil Macrocyprididae (Ostracoda)*. Vol. 2.
- Maddocks, R. 2021. "Taxonomic Applications of the Esophageal Flapper Valve in the Genus Neonesidea (Bairdioidea, Podocopida, Ostracoda), Including Descriptions of New and Poorly Known Species from the Caribbean and Gulf of Mexico." *Zootaxa* 451–492.
- Maddocks, R. F., and T. M. Iliffe. 1986. "Podocopid Ostracoda of Bermudian Caves." *Stygologia* 2(1–2):26–76.
- Maddocks, R. F., M. L. Machain-Castillo, and F. R. Gío-Argáez. 2009. "Podocopan Ostracoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico." Pp. 887–97 in *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota*, edited by D. L. and D. K. C. Felder. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Maddocks, Rosalie F. 1991. "New Bairdiidae (Ostracoda) from Tulear, Madagascar." *Micropaleontology* 9 (2):189–204.
- Magurran, Anna. 2004. *Measuring Biological Diversity*.
- Malz, H., and A. Lord. 1988. "Recent Ornate Bairdiid Ostracoda: Origin and Distribution." Pp. 63–74 in *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*. Vol. 11. Elsevier.
- Martínez-Barragán, M. P., A. Franco-Herrera, J. Medina-Calderón, and A. Santos-Martínez. 2009. "La Comunidad de Copéodos En Las Islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) Durante

- El Periodo Lluvioso (Octubre) 2005.” *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 38(1):85–103.
- Matzke-Karasz, Renate, and Robin James Smith. 2020. “A Review of Exceptional Preservation in Fossil Ostracods (Ostracoda, Crustacea).” *Marine Micropaleontology* (November):101940.
- McKenzie, M., and M. Swain. 1967. “Recent Ostracoda from Scammon Lagoon, Baja California.” *JOURNAL OF PALEONTOLOGY* 41(2):1–28.
- McWilliams, John P., Isabelle M. Côte, Jennifer A. Gill, William J. Sutherland, and Andrew R. Watkinson. 2005. “Accelerating Impacts of Temperature-Induced Coral Bleaching in the Caribbean.” *Ecology* 86(8):2055–60.
- Milliman, John D. 1969. “Four Southwestern Caribbean Atolls: Courtown Cays, Albuquerque Cays, Roncador Bank and Serrana Bank.” *Atoll Research Bulletin* 129(129):1–26.
- Miloslavich, Patricia, Juan Manuel Díaz, Eduardo Klein, Juan Jose Alvarado, Cristina Díaz, Judith Gobin, Elva Escobar-Briones, Juan Jose Cruz-Motta, Ernesto Weil, Jorge Cortes, Ana Carolina Bastidas, Ross Robertson, Fernando Zapata, Alberto Martín, Julio Castillo, Aniuska Kazandjian, and Manuel Ortiz. 2010. “Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and Distribution Patterns.” *PLoS ONE* 5(8):25.
- Morais, Anderson L. M., and João C. Coimbra. 2019. “Ostracoda (Crustacea) from the Infralittoral of Santa Catarina State, Southern Brazil.” *Mar Biodiv* 46:69–82.
- Morales, G. A. 1966. “Ecology, Distribution, and Taxonomy of Recent Ostracoda of the Laguna de Terminos, Campeche, Mexico.” *Boletín, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México* 81:1–103.
- Mueller, G. W. 1894. *Die Ostracoden Des Golfes von Neapel Und Der Angrenzenden Meeresabschnitte*. edited by Z. S. zu Neapel. Berlin.
- Munar, F. 2000. “Interpretación Estructural Del Área Alrededor de Los Cayos Quitasueño y Serrana, En El Caribe, Costa Afuera de Colombia.” *Ciencia, Tecnología y Futuro* 2(1):83–93.
- Nogueira, Anna Andressa, Maria ilês Ramos, and Gene Hunt. 2019. “Taxonomy of Ostracods from the Pirabas Formation (Upper Oligocene to Lower Miocene), Eastern Amazonia (Pará State, Brazil).” *Zootaxa* 1:111.
- Nyberg, Johan, Björn A. Malmgren, Antoon Kuijpers, and Amos Winter. 2002. “A Centennial-Scale Variability of Tropical North Atlantic Surface Hydrography during the Late Holocene.” *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 183(1–2):25–41.
- Ortiz, J. C. (2007). Huracanes y tormentas tropicales en el mar Caribe colombiano desde 1900. *Boletín Científico CIOH*, 60(25), 54–60. <https://doi.org/10.26640/22159045.162>
- Pérez, Liseth, Alex Correa-Metrio, Sergio Cohuo, Laura Mac Ario González, Paula Echeverriá-Galindo, Mark Brenner, Jason Curtis, Steffen Kutterolf, Mona Stockhecke, Frederik Schenk, Thorsten

- Bauersachs, and Antje Schwalb. 2021. "Ecological Turnover in Neotropical Freshwater and Terrestrial Communities during Episodes of Abrupt Climate Change." *Quaternary Research (United States)* 101:26–36.
- Pokorny, V. 1972. "The Genus *Caudites* Coryell & Fields, 1937 (Ostracoda, Crust.) in the Galapagos Islands." *Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 4:267–302.
- von Prael, H., and G. Manjarrés. 1984. "Cangrejos Gecarcinidos (Crustacea; Gecarcinidae) de Colombia." *Caldasia* 14(66):149–68.
- Puri. 1954. "Contribution to the Study of the Miocene of the Florida Panhandle (FGS: Bulletin 36)." *University of Florida Digital Collections* 140.
- Puri, Harbans. 1957. "Stratigraphy and Zonation of the Ocala Group." *The Florida Geological Survey* 1–247.
- Puri, Harbans. 1958. "Ostracode Subfamily Cytheretina." *Transactions - Gulf Coast Association of Geological Societies* 8:183–90.
- Puri, Harbans. 1960. "Recent Ostracoda from the West Coast of Florida." X:107–49.
- Puri, Harbans, and N. C. Hulings. 1957. "Recent Ostracode Facies from Panama City to Florida Bay Area." *Transactions - Gulf Coast Association of Geological Societies* 7:167–90.
- Reaka-Kudla, Marjorie L. 2005. "Biodiversity of Caribbean Coral Reefs." *Caribbean Marine Biodiversity: The Known and the Unknown* (January 2005):259–276.
- Richey, J. N., R. Z. Poore, B. P. Flower, and T. M. Quinn. 2007. "1400 Yr Multiproxy Record of Climate Variability from the Northern Gulf of Mexico." *Geology* 35(5):423–26.
- Richey, J. N., Richard Z. Poore, Benjamin P. Flower, Terrence M. Quinn, and David J. Hollander. 2009. "Regionally Coherent Little Ice Age Cooling in the Atlantic Warm Pool." *Geophysical Research Letters* 36(21):3–7.
- Rivas, Luis R. 1971. "A New Genus and Species of Western Atlantic Serranoid Fishes, with Anterior Vent." *Copeia* 1971(4):718–21.
- Rodriguez-Lazaro, Julio, and Francisco Ruiz-Muñoz. 2012. "A General Introduction to Ostracods: Morphology, Distribution, Fossil Record and Applications." Pp. 1–14 in *Developments in Quaternary Science vol. 17*, edited by D. Horne, J. Holmes, J. Rodriguez-Lazaro, and F. A. Viehberg.
- Rodriguez, E. Angelica, J. Ernesto Mancera Pineda, and Brigitte Gavio. 2010. "Survey of Benthic Dinoflagellates Associated to Beds of *Thalassia Testudinum* in San Andrés Island , Seaflower Biosphere Reserve , Caribbean Colombia." *Acta Biol. Colomb.* 2 15:229–46.
- Salazar-Ríos, Andrés, and Laura Bernal. 2020. "*Paracytheridea pucketti* nom. nov. for *Paracytheridea inflata* Puckett, 2008 (Ostracoda, Crustacea)." *Revista Brasileira de Paleontologia* 23(3):222–23.
- Sandberg, P. A. 1964. "The Ostracod Genus *Cyprideis* in the Americas." *Stockholm Contr. Geol.*, 12:1–14.

- Scheffers, S. R., Havisser, J., Browne, T., & Scheffers, A. (2009). Tsunamis, hurricanes, the demise of coral reefs and shifts in prehistoric human populations in the Caribbean. *Quaternary International*, 195(1–2), 69–87. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.07.016>
- Schmitt, Waldo L. 1939. “Decapod and Other Crustacea Collected on the Presidential Cruise of 1938.” *The Smithsonian Institution* 98:1–37.
- Schneider, Tapio, Tobias Bischoff, and Gerald H. Haug. 2014. “Migrations and Dynamics of the Intertropical Convergence Zone.” *Nature* 513:45–53.
- Seager, Richard, Nicholas Graham, Celine Herweijer, Arnold L. Gordon, Yochanan Kushnir, and Ed Cook. 2007. “Blueprints for Medieval Hydroclimate.” *Quaternary Science Reviews* 26:2322–2336.
- Shannon, C. E. 1948. “A Mathematic Theory Of Communication.” *The Bell System Technical Journal* 27 (3):379–424.
- Sissingh, W. 1972. “Late Cenozoic Ostracoda of the South Aegean Island Arc.” *Utrecht Micropaleontological Bulletins* 6:1–187.
- Small, Allegra M., Walter H. Adey, and Don Spoon. 1998. “Are Current Estimates of Coral Reef Biodiversity Too Low? The View through the Window of a Microcosm.” *Atoll Research Bulletin* (450–458):1–20.
- Sridhar, S., S. Hussain, P. Periakali, and V. Kumar. 2007. “Ostracod Kotoracythere Inconspicua (Brady) from the Palk Bay, off Rammeswaram, Southeast Coast of India: Its Zoogeography and Ecology.” *Jurnal Geological Society of India* 70:981–86.
- SRTM. 2013. NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Version 3.0 (SRTM Plus). <https://lpdaac.usgs.gov/data/data-citation-and-policies/>.
- Stansell, Nathan D., Byron A. Steinman, Mark B. Abbott, Michael Rubinov, and Manuel Roman-Lacayo. 2013. “Lacustrine Stable Isotope Record of Precipitation Changes in Nicaragua during the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly.” *Geology* 41(2):151–54.
- Swain, F. M., and J. M. Gilby. 1974. “Marine Holocene Ostracoda from the Pacific Coast of North and Central America.” *Micropaleontology* 20(3):257–352.
- Swain, M. 1968. “Ostracoda From the Upper Tertiary Waccamaw Formation Of North Carolina And South Carolina.” *Contributions to Paleontology* D1–68.
- Taylor, Elizabeth, Mark Baine, Annette Killmer, and Marion Howard. 2013. “Seaflower Marine Protected Area: Governance for Sustainable Development.” *Marine Policy* 41:57–64.
- Teeter, James. 1975. “Distribution of Holocene Marine Ostracoda From Belize, Part 1.” *American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology* 2:400–449.
- Teeter, James. 1973. “Geographic Distribution and Dispersal of Some Recent Shallow-Water Marine Ostracoda.” 73(1968):46–54.

- Teeter, James. 1975. "Distribution of Holocene Marine Ostracoda from Belize." 400–499.
- Titterton, Rosemary, and Robin Whatley. 1988. "Recent Bairdiinae (Crustacea, Ostracoda) from the Solomon Islands." *Micropaleontology* 7 (2):11–143.
- Titterton, Rosemary, and Robin Whatley. 2008. "Recent Marine Ostracoda from the Solomon Islands. Part 4: Cytheroidea; Hemicysteridae, Thaerocytheridae." *Journal of Micropalaeontology* 27:13–33.
- Torrado, Lucia, Luis Carlos Carvajal-arenas, Javier Sanchez, Paul Mann, and Juan Carlos Silva-tamayo. 2019. "Late Cretaceous – Cenozoic Sequence Stratigraphic and Paleogeographic Controls on Petroleum System Elements of the Nicaraguan Platform , Western Caribbean Sea." *AAPG Bulletin* 103(8):1925–62.
- Trenberth, K. E. 2007. "Observations: Surface and Atmospheric Climate Change." *Changes* 164(236–336):235–336.
- Triebel, E. 1948. "Zur Kenntnis Der Ostracoden-Gattung Triebelina." *Senckenbergiana* 29:17–22.
- Valentine, Page C. 1971. "Climatic Implication of a Late Pleistocene Ostracode Assemblage from Southeastern Virginia." *Contributions to Paleontology* 2–49.
- Vides, M., D. Alonso, E. Castro, and N. Bolaños. 2016. "Biodiversidad Del Mar de Los Siete Colores." *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y Corporación Para El Desarrollo Sostenible Del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - CORALINA. Serie de Publicaciones Generales Del INVEMAR No. 84* 1–228.
- Watanabe, Tsuyoshi, Amos Winter, and Tadamichi Oba. 2001. "Seasonal Changes in Sea Surface Temperature and Salinity during the Little Ice Age in the Caribbean Sea Deduced from Mg/Ca and 18O/16O Ratios in Corals." *Marine Geology* 173(1–4):21–35.
- Webster, James W., George A. Brook, L. Bruce Railsback, Hai Cheng, Lawrence Edwards, Clark Alexander, and Philip P. Reederf. 2007. "Stalagmite Evidence from Belize Indicating Significant Droughts at the Time of Preclassic Abandonment, the Maya Hiatus, and the Classic Maya Collapse." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 250(1–4):1–17.
- Wells, S. .. 1988. *Coral Reefs of the World. Volume 1: Atlantic and Eastern Pacific*. IUCN, UNEP.
- Whatley, R. C. 1988. "Population Structure of Ostracods: Some General Principles for the Recognition of Palaeoenvironments." Pp. 245–56 in *Ostracoda in the Earth Sciences*, edited by D. Deckker, J. P. Colin, and Peypouquet.
- Winter, Amos, Hiroshi Ishioroshi, Tsuyoshi Watanabe, Tadamichi Oba, and John Christy. 2000. "Caribbean Sea Surface Temperatures: Two-to-Three Degrees Cooler than Present during the Little Ice Age." *Geophysical Research Letters* 27(20):3365–68.
- Witte, Leendert, and Dick van Harten. 1991. "Polymorphism, Biogeography and Systematics of Kotoracythere Inconspicua (Brady, 1880) (Ostracoda: Pectocytheridae)." *Journal of Biogeography*

18:427–36.

Wouters, K. 1997. “A New Genus of the Family Pontocyprididae (Crustacea, Ostracoda) from the Indian and Pacific Oceans, with the Description of Two New Species.” *Bulletin de L’Institut Royal Des Sciences Naturelles de Belgique* 67:67–76.

Wu, Jiaying, David Porinchu, and Sally P. Horn. 2019. “Late Holocene Hydroclimate Variability in Costa Rica: Signature of the Terminal Classic Drought and the Medieval Climate Anomaly in the Northern Tropical Americas.” *Quaternary Science Reviews* 215:144–59.

Planchas

Nota: todas las escalas gráficas de las planchas son de 200 μ m

Plancha 1.

1-6 *Cytherella pandora*

1. Juvenil Rv, vista externa; fuertemente puntuada mostrando una margen postero-dorsal más con mayor pendiente (74-76 cm).
2. Rv, vista interna (78-80 cm).
3. Rv, vista externa (74-76 cm).
4. Juvenil, Lv; vista externa (18-20 cm).
5. Lv, vista interna (74-76 cm).
6. Lv, vista externa (74-76 cm).

7-15 *Cytherella bermudensis*

7. Rv, vista externa (30-32 cm).
8. Rv, vista externa; margen postero-dorsal poco inclinada con ridge vertical posterior (22-24 cm).
9. Juvenil, Rv; vista externa (6-8 cm).
10. Juvenil, Rv; vista externa, sulco central pronunciado y exhibe una puntuación incipiente (74-76 cm).
11. Juvenil, Lv; vista externa (18-20 cm).
12. Juvenil, Lv; vista externa (22-24 cm).
13. Juvenil, Rv; vista interna (6-8 cm).
14. Juvenil, Lv; vista interna (18-20 cm).
15. Juvenil, Lv; vista externa (6-8 cm).

16-18, 21 *Cytherella* sp. 1

16. Rv, vista interna (26-28 cm).
17. Rv, vista externa (26-28 cm).
18. Rv, vista externa (22-24 cm).
21. Caparazón, Lv, vista externa; reticulación profunda en la margen posterior, dorsal, ventral y antero-media. La zona central con pits y reticulación superficial.

19-20. *Cytherella* sp. 2

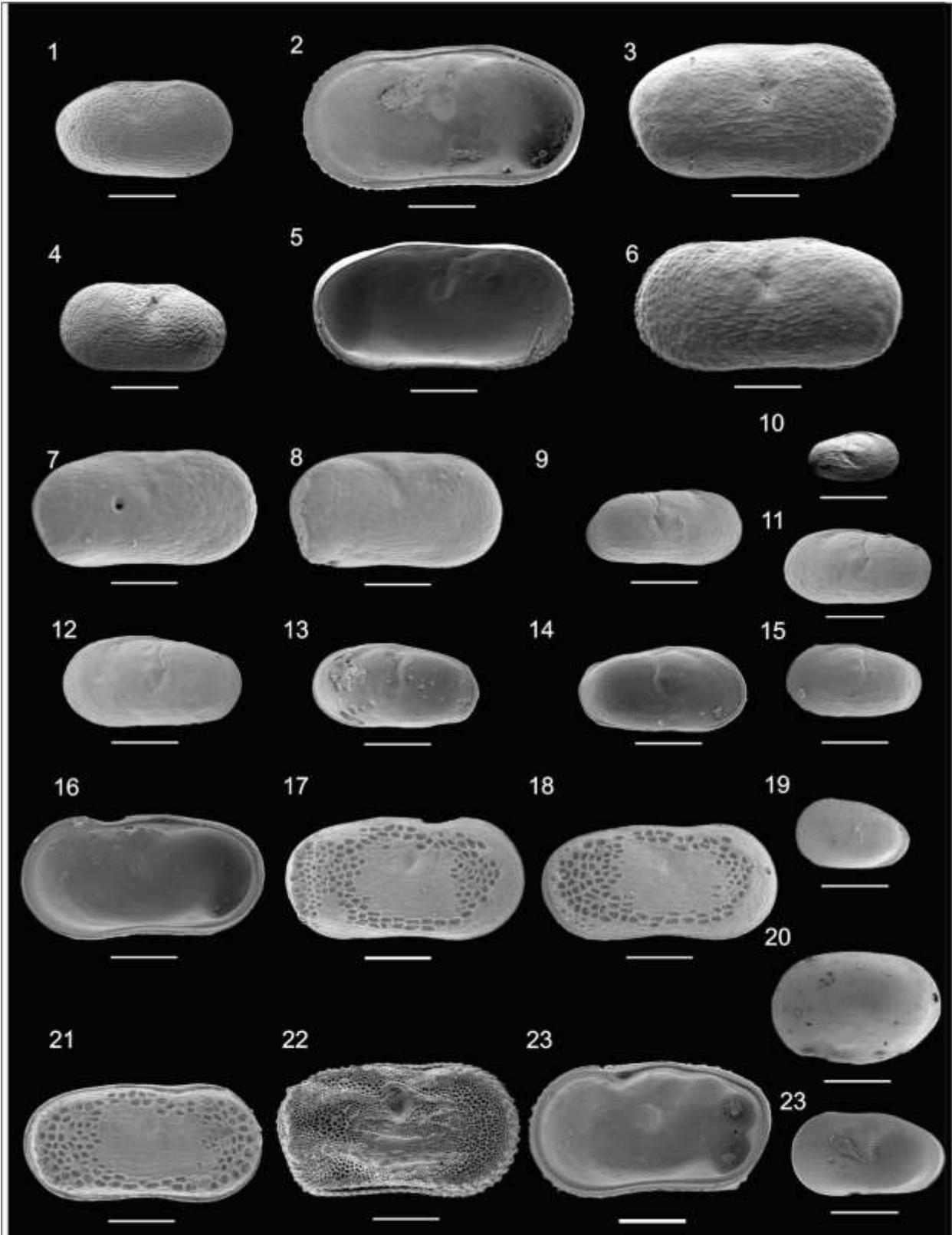
19. Juvenil, Lv; vista externa (22-24 cm).
20. Juvenil, Lv; vista externa, exhibe una superficie lisa sin desarrollo de características distintivas (18-20 cm).

22-24. *Keijcyoidea amazonica*

22. Caparazón, Lv; vista externa; reticulación fuerte en las márgenes anterior y posterior, mientras que en el centro muestra varios de ridges delgados. Valva izquierda sobrepasa ligeramente la valva derecha en la margen ventral y dorsal (18-20 cm).

23. ♀, Rv, vista interna; extremo anterior denticulado, muestra en la zona posterior los orificios donde almacenan los huevos (18-20 cm).
24. Juvenil, Lv; vista interna (70-72 cm).

Plancha 1.



Plancha 2.

1-5 *Keijcyoidea amazonica*

1. Juvenil, Rv, vista externa (74-76 cm).
2. Juvenil, Rv, vista externa (22-24 cm).
3. Juvenil, Rv; visa interna (78-80 cm).
4. Rv, vista externa; todas las márgenes denticuladas.
5. Juvenil, Rv, muestran un desarrollo de la reticulación menos pronunciada en las márgenes posterior, antero-media y ventral. Depresiones posterodorsal y posteroventrales fuertes (70-72 cm).

6-8 *Keijcyoidea praecipua*

6. Rv, vista externa; muestra reticulación profunda con un borde grueso rodeando todas las márgenes (26-28 cm).
7. Lv, vista externa; ausencia de borde anterior (26-28 cm).
8. Rv, vista interna (26-28 cm).

9-16 *Protocytheretta daniana*

- 9, 16. Juvenil, Rv; vista externa, exhibe ridges y reticulación superficial (74-76 cm).
10. Juvenil, Rv; vista interna (78-80 cm).
11. Caparazón, Lv, vista externa (78-80 cm).
12. Lv, vista interna; exhibe la lamela interna característica del género (74-76 cm).
13. Juvenil, Lv, vista externa (18-20 cm).
14. Caparazón, Rv, vista externa (78-80 cm).
15. Lv, vista interna (74-76 cm).
16. Juvenil, Rv, vista externa (18-20 cm).

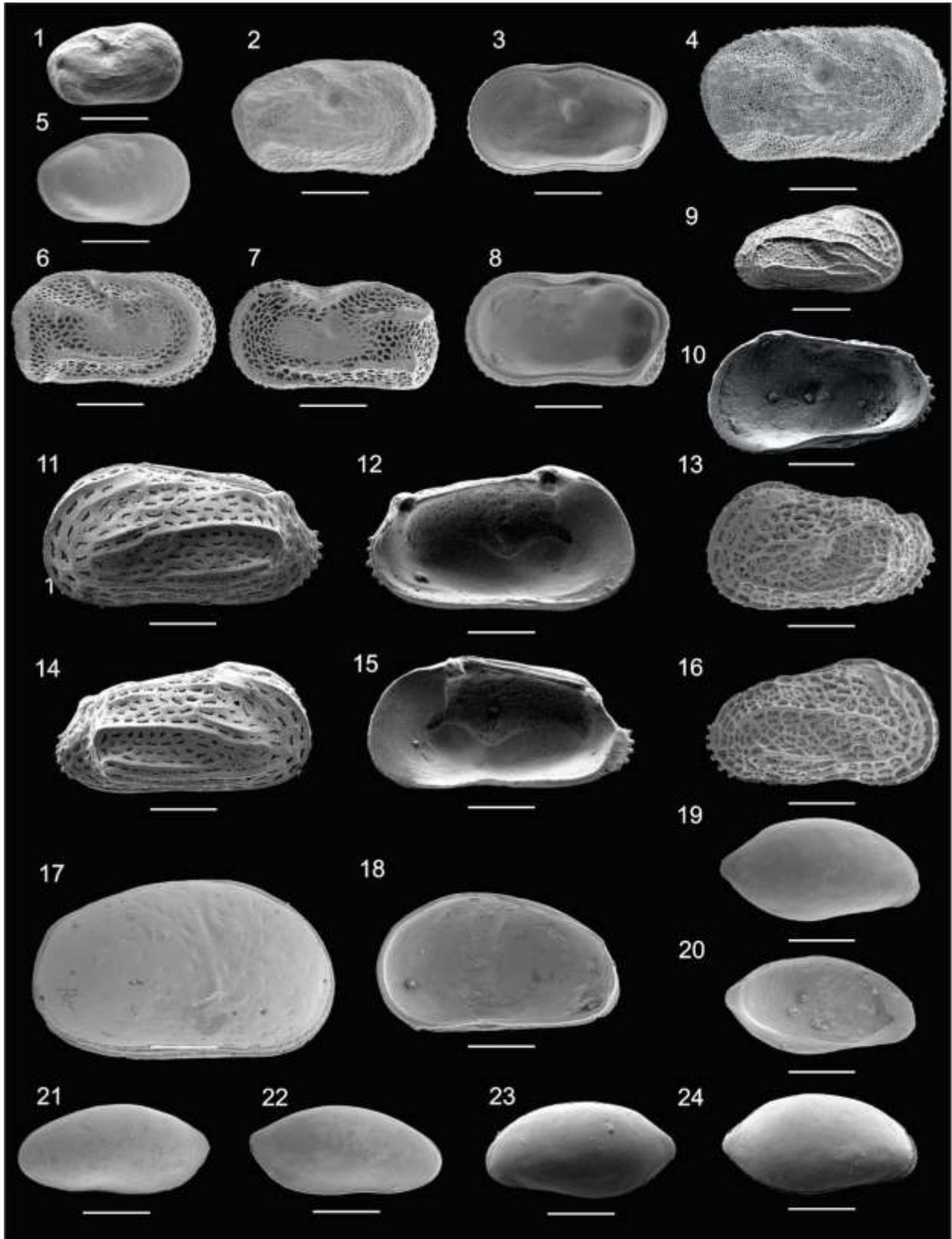
17-18 *Cyprideis edentata*

17. Caparazón, Rv, vista externa; muestra superficie lisa a excepción de los porocanales multirradiados (2-4 cm).
18. Juvenil, Rv, vista interna (10-12 cm).

19-24 *Pellucistoma magniventra*

19. Caparazón, Rv, vista externa (30-32 cm).
20. Lv, vista interna; muestra lamela interna amplia con vestíbulo anterior amplio (22-24 cm).
21. Lv, vista externa (10-12 cm).
22. Rv, vista externa (6-8 cm).
23. Caparazón, Lv, vista externa (74-76 cm).
24. Caparazón, Rv, vista externa; valva izquierda sobrepasa la valva derecha ligeramente en la margen anterior (74-76 cm).

Plancha 2.



Plancha 3.

1-4 *Cytherura sandbergi*

1. Rv, vista externa (74-76 cm).
2. Lv, vista externa (30-32 cm).
3. Lv, vista interna; muestra lamela interna estrecha en todas las márgenes, sin vestíbulos (78-80 cm).
4. Lv, vista externa (70-72 cm).

5 *Eucytherura pulchra*

5. Juvenil?, Lv, vista externa (26-28 cm).

6-9 *Hemicytherura bradyi*

6. Rv, vista externa (74-76 cm).
7. Lv, vista interna; muestra vestíbulo anterior amplio (74-76 cm).
8. Rv, vista interna (74-76 cm).
9. Lv, vista externa (74-76 cm).

10 -14 *Hemicytherura cranekeyensis*

10. Juvenil, Lv, vista externa (6-8 cm)
11. Juvenil, Lv, vista externa (10-12 cm).
12. Juvenil, Lv, vista interna (74-76 cm).
14. Juvenil, Lv, vista externa (74-76 cm).

15 *Semicytherura elongata*

14. Lv, vista externa (74-76 cm).

16-19 *Semicytherura* sp. 2

16. Juvenil, Lv, vista externa (78-80 cm).
17. Rv, vista externa (30-32 cm) cm
18. Rv, vista externa; muestra el ala postero ventral característica (18-20 cm).
19. Lv, vista interna; la lamela interna amplia en la anterior y posterior con la forma característica del género (78-80 cm)

20 -22 *Cytheropteron* sp.

20. Lv, vista externa (62-64 cm).
21. Lv, vista interna (22-24 cm).
22. Caparazón, Rv, vista externa (18-20 cm).

23, 24, 27, 30 *Aurila* sp

23. Juvenil, Lv, vista externa (26-28 cm).
24. Rv, vista externa (62-64 cm).
27. Rv, vista externa. (18-20 cm)
30. Lv, vista interna (22-24 cm).

25 *Caudites angulatus*

25. Caparazón, Rv, vista externa; muestra el ridge central desde la margen postero-dorsal hasta el medio justo en el área de las marcas musculares (66-68 cm).

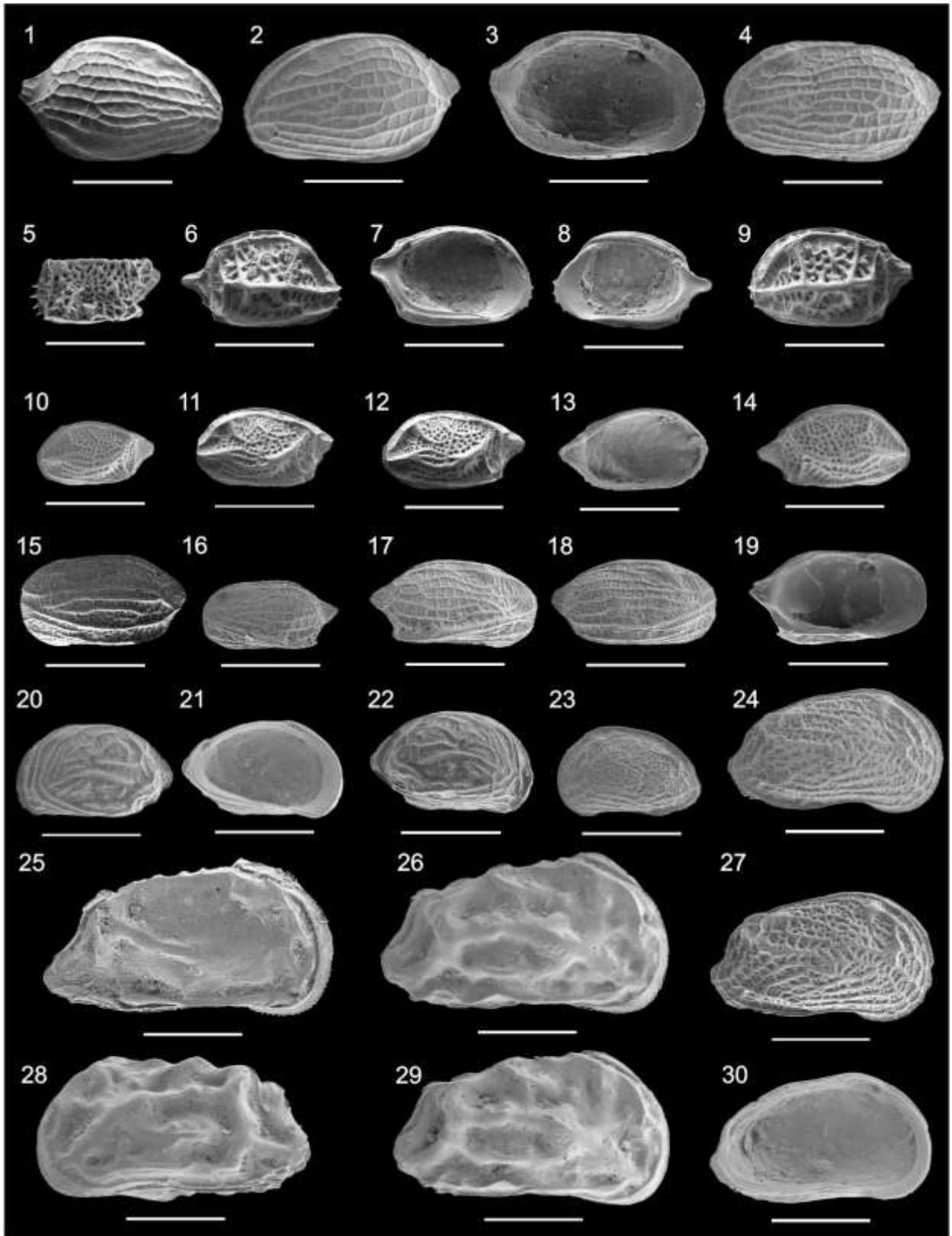
26, 28, 29 *Caudites howei*

26. Caparazón, Rv, vista externa (26-28 cm).

28. Caparazón, Rv, vista externa; Exhibe ornamentación fuerte de ridges gruesos y altos (26-28 cm).

29. Caparazón, Lv, vista externa (6-8 cm).

Plancha 3.



Plancha 4.

1-3 *Caudites nipeensis*

1. Caparazón, Rv, vista externa (22-24 cm).
3. Caparazón, Rv, vista externa; muestra el ridge característico en forma de M en la margen postero-dorsal (6-8 cm)
2. Caparazón, Lv, vista externa (22-24 cm).

4 *Caudites paranteroides*

4. Lv, vista externa (38-40 cm).

5-12 *Cornucoquimba* sp.

5. Lv, vista interna (30-32 cm).
6. Lv, vista externa (6-8 cm).
7. Juvenil, caparazón, Lv, vista externa (38-40 cm).
9. Juvenil, caparazón, Lv, vista externa (26-28 cm).
8. Juvenil, Lv, vista externa (62-64 cm).
10. Juvenil, Rv, vista externa (30-32 cm).
11. Juvenil, Rv, vista externa (66-68 cm).
12. Rv, vista externa (30-32 cm).

13-17 *Jugosocythereis pannosa*

13. Rv, vista interna (66-68 cm).
14. Juvenil, Rv, vista externa (6-8 cm)
16. Juvenil, Rv, vista externa (66-68 cm).
15. Juvenil, Lv, vista externa (6-8 cm).
17. Rv, vista externa; se muestra la fuerte ornamentación de espinas y ridges, además de denticulos anteriores (46-48 cm).

18-19 *Neocaudites triplistriatus*

18. Lv, vista interna (26-28 cm).
19. caparazón, Rv, vista externa (10-12 cm).

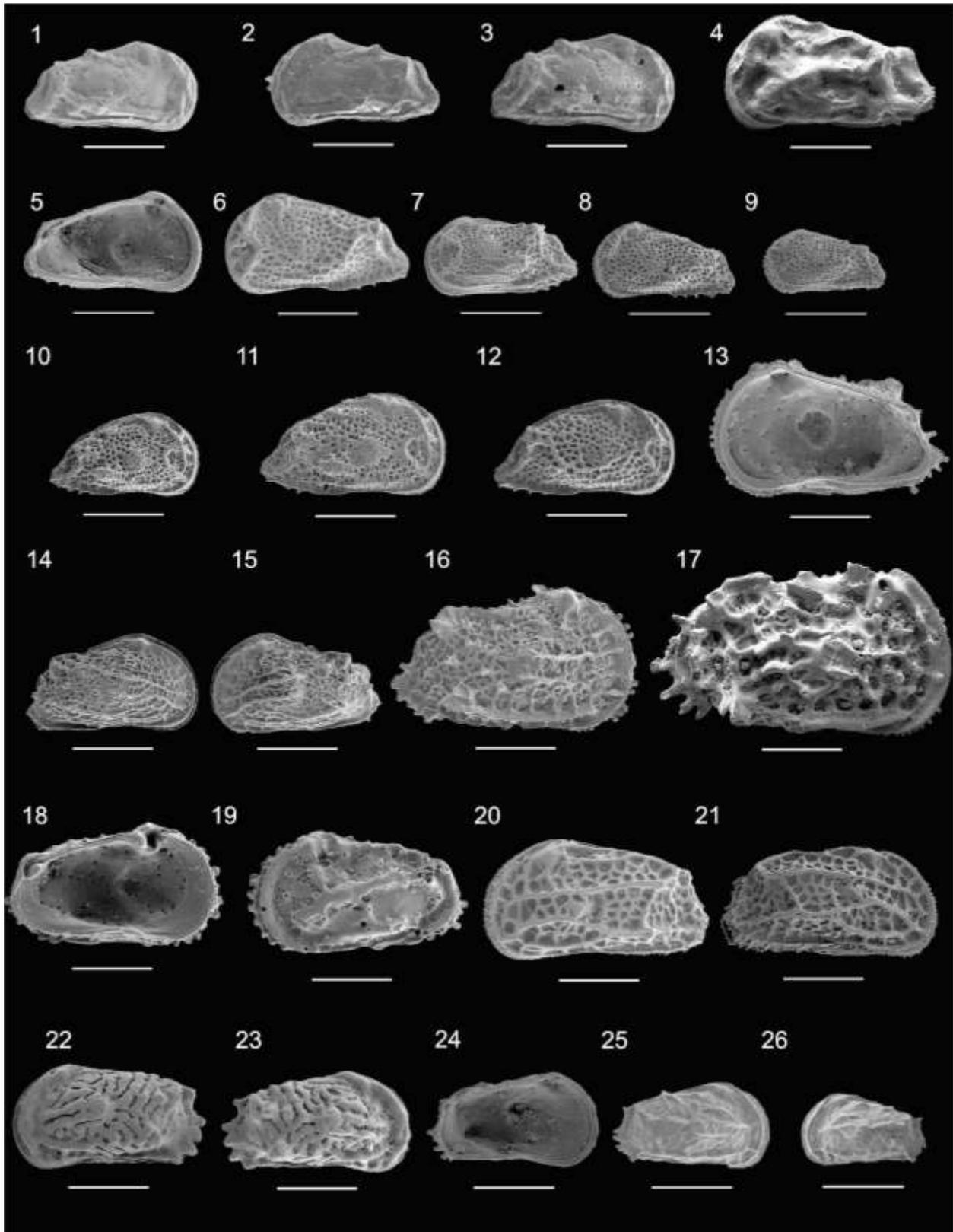
20-21 *Orionina bradyi*

20. Lv, vista externa (18-20 cm).
21. Caparazón, Rv, vista externa (78-80 cm).

22-26 *Puriana convoluta*

22. Caparazón, Lv, vista externa (78- 80 cm).
23. Caparazón, Rv, vista externa (30-32 cm).
24. Lv, vista interna (78-80 cm).
25. Juvenil, Rv, vista externa, muestra un desarrollo incipiente de la ornamentación con ridges delgados (78-80 cm).
26. Juvenil, Lv, vista externa (70-72 cm).

Plancha 4.



Plancha 5.

1-4 *Radimella confragosa*

1. Juvenil, Rv, vista externa (14-16 cm).
2. Juvenil, Rv, vista externa (18-20 cm).
3. Rv, vista externa; muestra el ridge posterodorsal en el borde la margen (18-20 cm).
4. Rv, margen interna (30-32 cm).

5-7 *Radimella wantlandi*

5. Rv, vista interna (66-68 cm).
6. Rv, vista externa (14-16 cm).
7. Lv, vista externa (66-68 cm).

8-10 *Tenedocythere transoceanica*

8. Juvenil, Lv, vista externa (14-16 cm).
9. Lv, vista externa (74-76 cm).
10. Caparazón, Rv, vista externa (78-80 cm).

11-14 *Phlyctocythere recta*

11. Lv, vista interna; muestra un amplio vestíbulo anterior (22-24 cm).
12. Rv, vista externa (58-60 cm).
14. Rv, vista externa (18-20 cm).
13. Juvenil, Lv, vista externa (70-72 cm).

15-17 *Loxoconcha (Loxocorniculum) fischeri*

15. Rv, vista externa (18-20 cm).
16. Lv, vista interna (18-20 cm).
17. Lv, vista interna (26-28 cm).

18-20 *Loxoconcha* sp.

18. Lv, vista externa (18-20 cm).
19. Rv, vista externa (66-68 cm).
20. Rv, vista interna (66-68 cm).

21-24 *Loxoconcha (Loxocorniculum) lenticuloides*

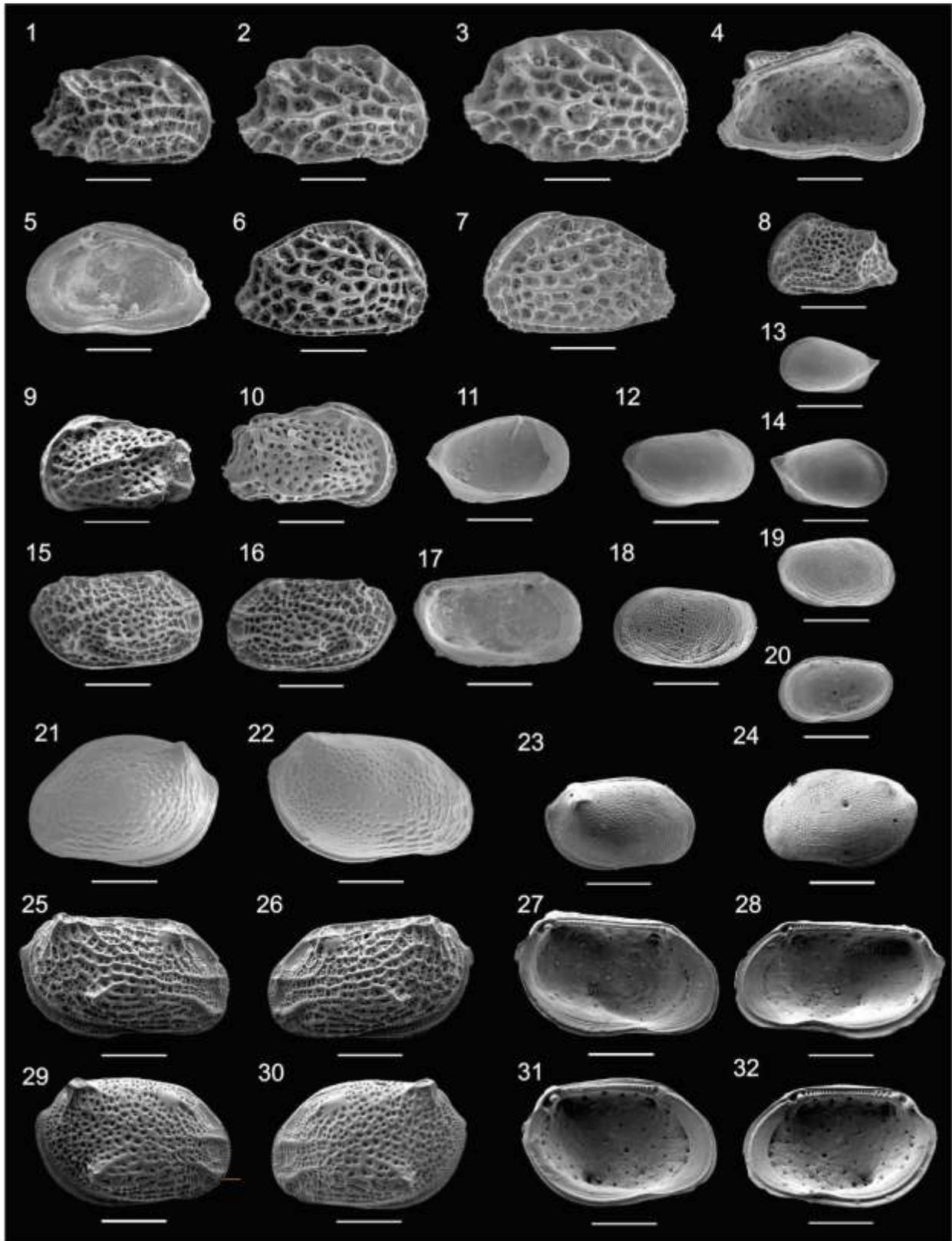
21. Lv, vista externa (26- 28 cm).
22. Rv, vista externa (26-28 cm).
23. Juvenil, caparazón, Rv, vista externa (74-76 cm).
24. Juvenil, caparazón, Lv, vista externa (74-76 cm).

25-32 *Loxoconcha (Loxocorniculum) tricornata*

25. ♂ Rv, vista externa (74-76 cm).
26. ♂ Lv, vista externa (74-76 cm).
27. ♂ Lv, vista interna (74-76 cm).
28. ♂ Rv, vista interna (74-76 cm).
29. ♀ Rv, vista externa (74-76 cm).

30. ♀ Lv, vista externa (74-76 cm).
31. ♀ Lv, vista interna (74-76 cm).
32. ♀ Rv, vista interna (74-76 cm).

Plancha 5.



Plancha 6.

1 *Touroconcha* sp.

1. Caparazón, Rv, vista externa (38-40 cm).

2-5 *Paracytheridea altila*

2. Juvenil, Rv, vista externa (74-76 cm).
3. Lv, vista externa (26-28 cm).
4. Rv, vista externa (26-28 cm).
5. Rv, vista interna (74-76 cm).

6-7 *Paracytheridea edwardsi*

- 6 Rv, vista externa (74-76 cm).
- 7 Lv, vista externa (74-76 cm).

8-9 *Paracytheridea tschoppi*

8. Lv, vista externa (2-4 cm)
9. Lv, vista externa (26-28 cm).

10-12 *Kotoracythere inconspicua*

10. Rv, vista externa (62-64 cm).
11. Lv, vista interna (70-72 cm).
12. Rv, vista interna (62-64 cm).

13-15 *Campylocythere* sp.

13. Lv, vista externa (10-12 cm).
14. Caparazón, Rv, vista externa; muestra la valva izquierda sobrepasando la valva derecha en los márgenes, posterior, anterior y ventral (30-32 cm).
15. Rv, vista interna (10-12 cm).

16 *Occultocythereis angusta*

16. Rv, vista externa (26-28 cm).

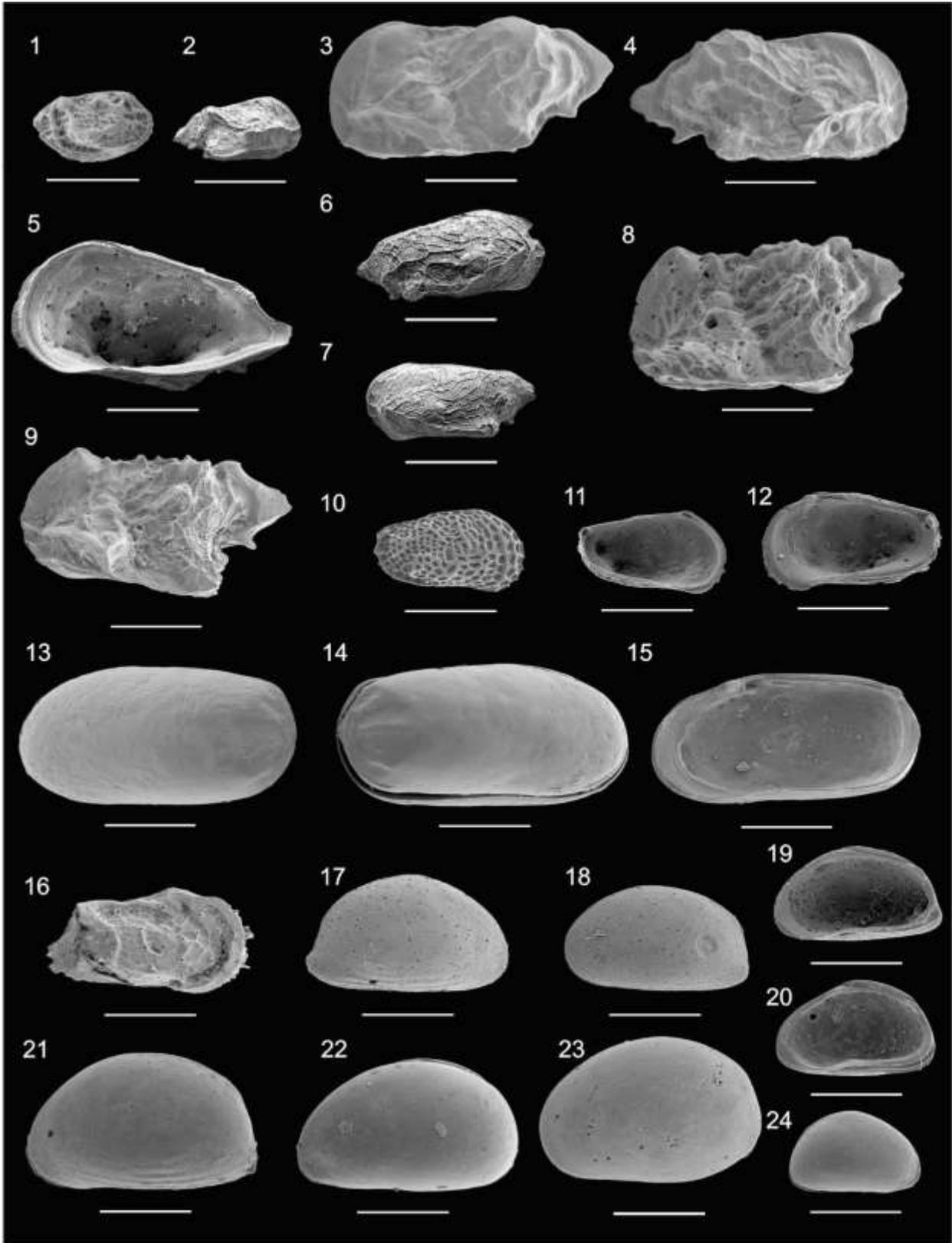
17-21 *Xestoleberis caperata*

17. Juvenil? Rv, vista externa; muestra las estrías características de la especie en la margen ventral (78-80 cm).
18. Juvenil? Lv, vista externa (78-80 cm).
19. Juvenil? Rv, vista interna (78-80 cm).
20. Juvenil? Rv, vista interna (66-68 cm).
21. Lv, vista externa (66-68 cm).

22-24 *Xestoleberis* sp. 1

22. Lv, vista externa (78-80 cm).
23. Lv, vista externa (66-68 cm).
24. Juvenil? Rv, vista externa (66-68 cm).

Plancha 6.



Plancha 7

1-4 *Xestoleberis* sp. 2

1. Lv, vista externa (78-80 cm).
2. Rv, vista externa; muestra algunas protuberancias en la zona postero-media (78-80 cm).
3. Rv, vista externa (66-68 cm).
4. Juvenil, Lv, vista interna (78-80 cm).

5-6 *Xestoleberis* sp. 3

5. Rv, vista interna (78-80 cm).
6. Lv, vista externa (78-80 cm).

7-9 *Xestoleberis* sp. 4

7. Rv, vista interna. Muestra una saliente en la margen antero-ventral (74-76 cm).
8. Lv, vista interna (74-76 cm).
9. Rv, vista externa (66-68 cm).

10-11 *Xestoleberis?* sp. 5

10. Rv, vista interna (6-8 cm).
11. Lv, vista externa (14-16 cm).

12-15 *Aponesidea* aff. *ifatyensis*

12. Juvenil?, Lv, vista interna (58-60 cm).
13. Rv, vista externa (22-24 cm).
14. Rv, vista externa (38-40 cm).
15. Lv, vista externa (30-32 cm).

16-18 *Aponesidea* sp. 1

16. Rv, vista interna (58-60 cm).
17. Rv, vista externa (30-32 cm).
18. Lv, vista externa (70-72 cm).

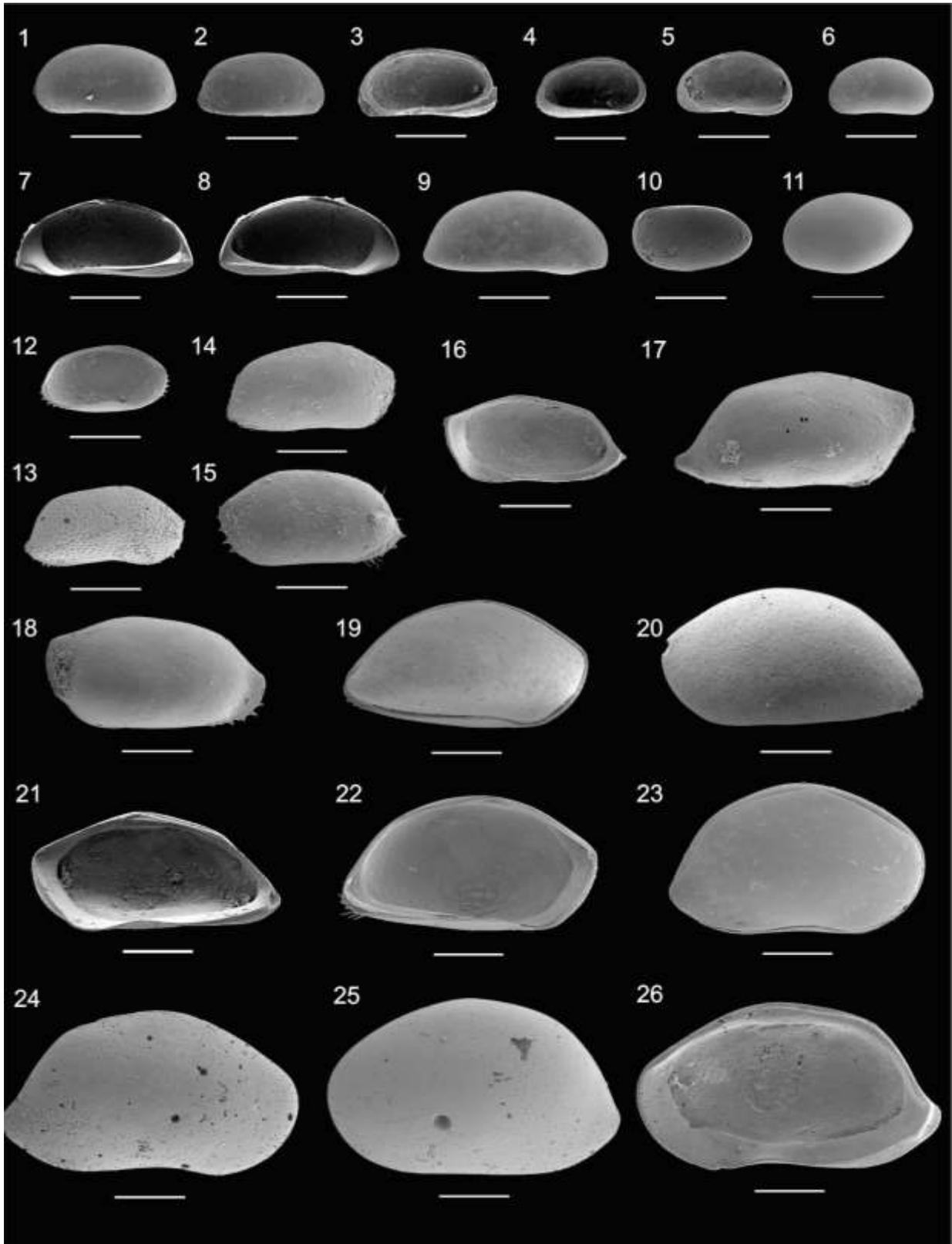
19-22 *Aponesidea* sp. 2

19. Caparazón, Rv, vista externa; muestra la valva izquierda sobrepasando la valva derecha en todas las márgenes (18-20 cm).
20. Lv, vista externa; muestra los cuatro denticulos de la margen postero-ventral (38-40 cm).
21. Rv, vista interna (78-80 cm).
22. Lv, vista interna (18-20 cm).

23-26 *Bairdoppilata* sp. 1

23. Juvenil?, Caparazón, Rv, vista externa; la valva izquierda sobrepasa la valva derecha en todas las márgenes pero predominantemente en la margen antero-dorsal (2-4 cm).
24. Rv, vista externa (18-20 cm).
25. Lv, vista externa (22-24 cm).
26. Rv, vista interna (18-20cm).

Plancha 7.



Plancha 8.

1-2 *Bairdoppilata* sp. 2

1. Lv, vista interna. Muestra la charnela con dientes auxiliares característicos del género (22-24 cm).
2. Lv, vista externa (18-20 cm).

3-5 *Glyptobairdia coronata*

3. Caparazón, Rv, vista externa; exhibe la ornamentación fuerte distintiva de la especie con la distribución de los ridges y la valva izquierda sobrepasando dorsalmente la valva derecha (26-28 cm).
4. Lv, vista externa (26-28 cm).
5. Lv, vista externa (30-32 cm).

6-10 *Neonesidea gerda*

6. Juvenil, Lv, vista externa (38-40 cm).
7. Caparazón, Rv, vista externa; muestra denticulación en la margen postero-dorsal de la valva izquierda, así como sensilias en los bordes del caparazón (38-40 cm).
8. Juvenil, Lv, vista externa (18-20 cm).
9. Juvenil? Lv, vista interna (78-80 cm).
10. Juvenil? Caparazón, Rv, vista externa (62-64 cm).

11-13, 15 *Neonesidea longisetosa*.

11. Rv, vista externa (18-20 cm).
12. Rv, vista interna (26-28 cm).
13. Lv, vista externa (26-28 cm).
15. Juvenil? Rv, vista interna (74-76 cm).

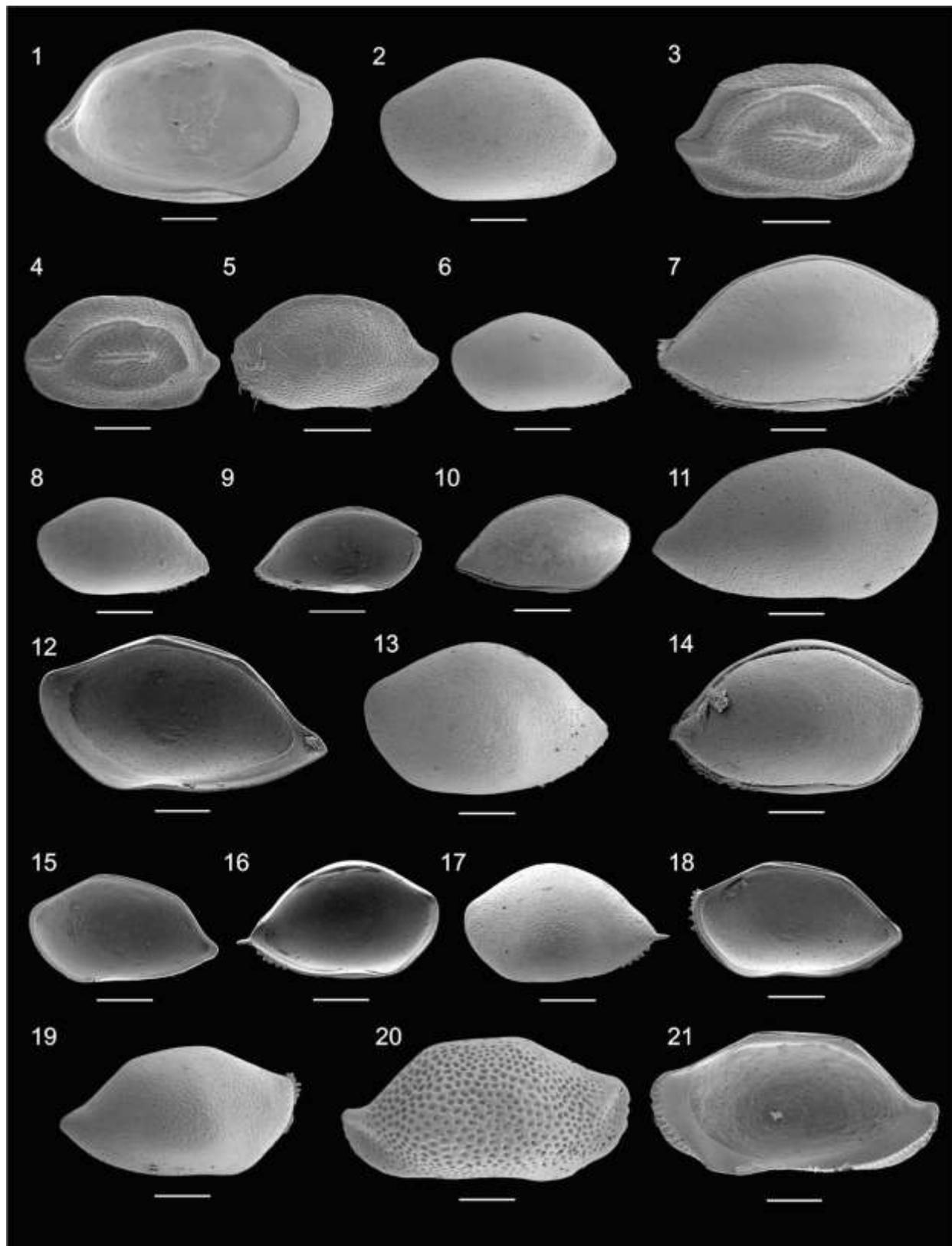
14, 16-19 *Neonesidea* aff. *Schulzi*

14. Caparazón, Rv, vista externa (30-32 cm).
16. Lv, vista interna (78-80 cm).
17. Lv, vista externa; Muestra la espina posterior y dentículos postero-ventrales (78-80 cm).
18. Rv, vista interna (46-48 cm).
19. Rv, vista externa; Muestra la denticulación de la margen anterior (14-16 cm).

20-21 *Paranesidea bensoni*

20. Rv, vista externa (22-24 cm).
21. Rv, vista interna (22-24 cm).

Plancha 8.



Plancha 9.

1-4 *Paranesidea harpago*

1 Rv, vista externa (78-80 cm).

2 Lv, vista externa (66-68 cm).

3 Lv, vista interna; muestra la denticulación en las márgenes antero y postero ventrales (74-76 cm).

4 Rv, vista externa (66-68 cm).

5-6 *Paranesidea* sp. 1

5 Caparazón, Rv, vista externa; muestra la valva izquierda sobrepasando la valva derecha en todas las márgenes (22-24 cm).

6 Lv, vista externa (22-24 cm).

7 *Paranesidea* sp. 1

7 Lv, vista externa (2-4cm).

8 *Triebelina sertata*

8 Juvenil, Lv, vista externa (74-76 cm).

9-13 *Yemanja hawkae*

9. Juvenil, Rv, vista interna (74-76 cm).

10. Rv, vista interna; muestra amplios vestíbulos anterior y posterior (26-28 cm).

11. Rv, vista externa (26-28 cm).

12. Juvenil?, Lv, vista externa (26-28 cm).

13. Lv, vista externa.

14-18 *Ekpontocypris* sp.

14. Lv, vista interna (38-40 cm).

15. Rv, vista interna (66-68 cm).

16. Rv, vista externa (74-76 cm).

17. Juvenil?, Lv, vista interna (78-80 cm).

18. Caparazón, Lv, vista externa; muestra la valva derecha sobrepasando la valva derecha en la margen posterior (74-76 cm).

19-20 *Peripontocypris magnafurcata*

19. Lv, vista externa; muestra la bifurcación del proceso caudal (70-72 cm).

20. Rv, vista externa (22-24 cm).

21-22 *Pontocypris* sp.

21. Rv, vista externa; muestra la puntuación en toda la valva (66-68 cm).

22. Rv, vista interna (38-40 cm).

23-24 *Propontocypris* sp.

23. Lv, vista externa (66-68 cm).

24. Caparazón, Lv, vista externa (66-68 cm).

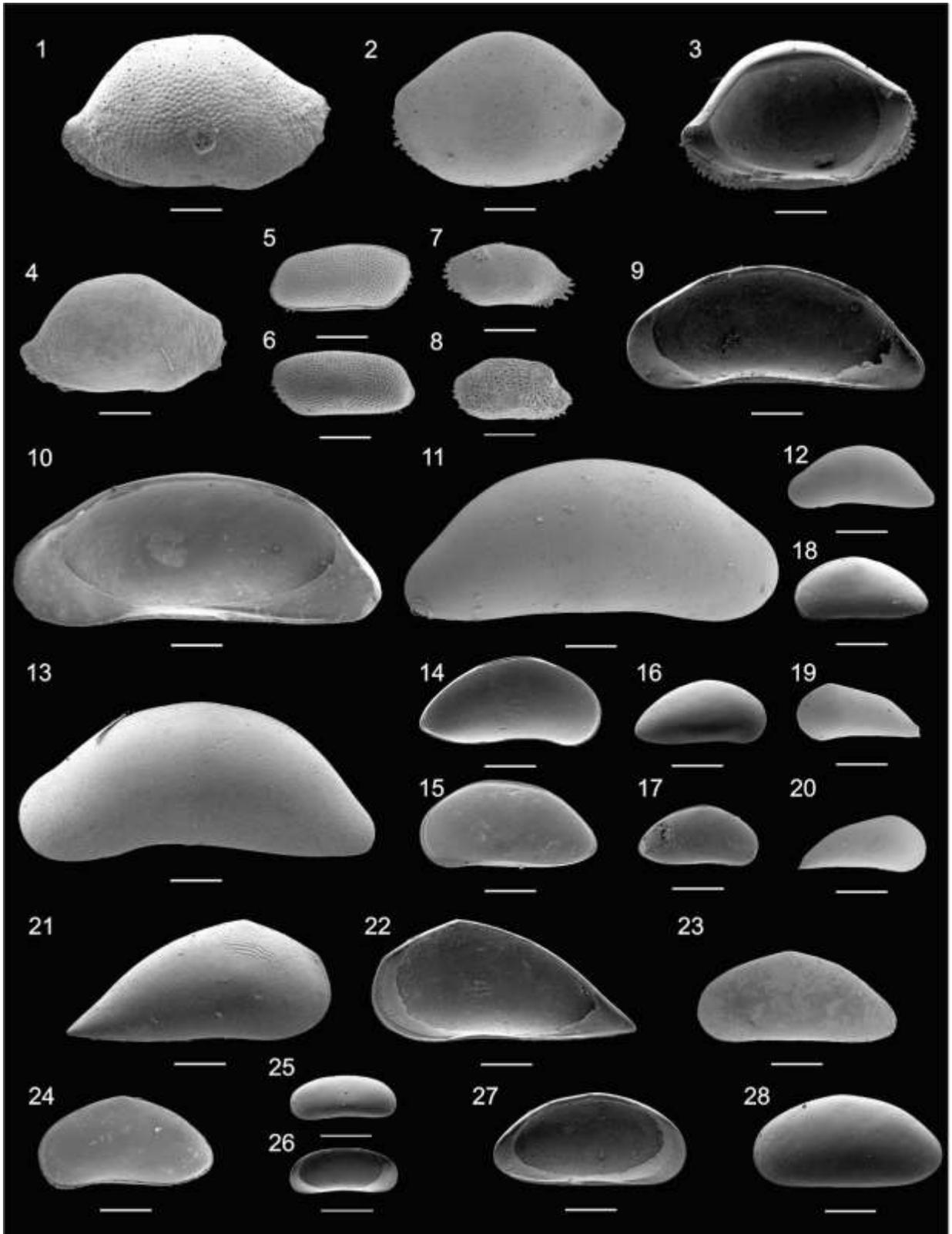
25-26 *Agelaiocypris croneisi*

- 25. Caparazón, vista externa (74-76 cm).
- 26. Lv?, vista interna (74-76 cm).

27-28 *Triangulocypris laeva*

- 27. Lv, vista interna (42-44 cm).
- 28. Rv, vista externa (42-44 cm).

Plancha 9.



Anexo 1

Tablas de conteo.

Profundidad cm		0-2	2-4	6-8	10-12	14-16	18-20	22-24	26-28	30-32	34-36	38-40	42-44	46-48	50-52	54-56	58-60	62-64	66-68	70-72	74-76	78-80	
E s p e c i e s	<i>Cytherella pandora</i>	0	4	2	5	5	3	0	3	3	2	1	3	2	1	1	1	0	2	0	4	2	
	<i>Cytherella bermudensis</i>	0	0	4	2	1	2	3	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	
	<i>Cytherella sp. 1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Cytherella sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Keijcyoidea amazonica</i>	1	2	0	3	2	4	1	0	1	1	2	0	1	1	1	3	4	0	2	2	1	
	<i>Keijcyoidea praecipua</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Protocytheretta daniana</i>	5	8	0	4	10	13	8	7	14	11	8	11	10	3	7	2	7	8	4	7	3	
	<i>Cyprideis edentata</i>	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Pellucistoma magniventra</i>	7	3	0	4	1	3	2	3	4	5	3	3	5	2	2	3	2	3	4	7	5	
	<i>Cytheroptheron sp</i>	1	0	0	1	1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	<i>Cytherura sandbergi</i>	0	2	0	2	0	2	3	1	4	1	4	3	0	1	2	0	0	2	3	2	2	
	<i>Eucytherura pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Hemicytherura bradyi</i>	26	28	0	23	23	16	19	26	22	26	20	24	18	21	22	18	22	16	16	10	24	
	<i>Hemicytherura cranekeyensis</i>	0	3	0	4	1	7	3		2	2	4	2	4	2	2	6	2	5	1	6	4	
	<i>Semicytherura elongata</i>	0	0	0		1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1	2	2	
	<i>Semicytherura sp.</i>	5	8	0	7	3	9	2	7	4	6	8	6	8	4	6	1	3	7	11	4	3	
	<i>Aurila sp</i>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	
	<i>Caudites angulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	<i>Caudites howei</i>	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Caudites nipeensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Caudites paranteroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Cornucoquimba sp.</i>	3	1	0	1	3	1	1	5	4	4	1	1	4	4	3	7	4	2	1	1	2		
<i>Jugosocythereis pannosa</i>	5	3	0	4	6	5	10	1	4	6	5	3	1	4	3	4	1	2	0	1	1		

	Profundidad cm	0 2	2 4	6 8	10 12	14 16	18-20	22 24	26 28	30 32	34 36	38-40	42 44	46 48	50 52	54 56	58-60	62 64	66 68	70 72	74 76	78 80	
E s p e c i e s	<i>Neocaudites triplistriatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Orionina bradyi</i>	1	3	0	0	1	2	1	3	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1
	<i>Puriana convoluta</i>	0	1	0	0	0	2	1	1	2	2	2	3	0	1	4	0	2	1	0	0	0	3
	<i>Radimella confragosa</i>	2	1	0	1	1	1	1	3	1	1	0	2	0	0	2	1	1	1	1	1	1	0
	<i>Radimella wantlandi</i>	0	0	0	2	2	2	0	2	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0
	<i>Tenedocythere transoceanica</i>	3	2	0	2	4	5	1	7	3	1	2	3	6	3	3	2	1	3	4	2	1	1
	<i>Phlyctocythere recta</i>	1		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
	<i>Loxoconcha sp.</i>	12	19	0	10	9	9	11	7	15	17	13	0	13	14	0	7	16	15	0	16	10	10
	<i>Loxoconcha (loxocorniculum) fischeri</i>	14	2	0	8	6	8	8	3	4	10	5	13	1	0	1	3	16	0	4	4	0	0
	<i>Loxoconcha (loxocorniculum) lenticuloide</i>	21	28	0	32	24	16	39	19	18	20	28	15	22	35	12	17	35	27	17	13	35	35
	<i>Loxoconcha (loxocorniculum) tricornata</i>	26	39	0	22	35	34	45	33	37	35	39	39	36	41	37	29	35	26	28	24	24	24
	<i>Touroconcha sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Paracytheridea altita</i>	10	20	0	19	9	14	11	23	20	10	20	13	9	8	8	8	8	4	9	9	9	6
	<i>Paracytheridea edwardsi</i>	6	1	0	2	2	2	1	0	0	1	1	2	0	0	0	4	3	2	0	3	3	3
	<i>Paracytheridea tschoppi</i>	8	9	0	7	5	7	10	5	2	1	1	3	1	2	1	0	0	0	3	1	2	2
	<i>Kotoracythere inconspicua</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0
	<i>Campylocythere sp.</i>	3	6	0	2	1	1	4	2	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2
	<i>Occultocythereis angusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xestoleberis caperata</i>	5	3	0	4	4	6	3	7	9	4	3	1		4	8	7	11	10	7	9	12	12
	<i>Xestoleberis sp. 1</i>	28	32	0	41	35	34	32	49	40	31	42	28	28	31	22	23	29	22	16	32	17	17
<i>Xestoleberis sp. 2</i>	25	25	0	25	22	31	40	25	25	19	18	30	30	19	22	30	21	34	34	31	14	14	
<i>Xestoleberis sp. 3</i>	11	8	0	16	19	17	13	8	14	11	3	12	12	19	16	22	8	10	13	10	9	9	
<i>Xestoleberis sp. 4</i>	2	6	0	1	1	11	4	1	3	7	1	4	0	6	10	6	4	5	4	6	9	9	

Profundidad cm		0 2	2 4	6 8	10 12	14 16	18-20	22 24	26 28	30 32	34 36	38-40	42 44	46 48	50 52	54 56	58-60	62 64	66 68	70 72	74 76	78 80
E s p e c i e s	<i>Xestoleberis? sp. 5</i>	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2
	<i>Aponesidea aff. iffatyensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0
	<i>Aponesidea sp. 1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
	<i>Aponesidea sp. 2</i>	10	7	0	5	5	19	6	7	6	3	10	11	2	5	10	2	11	3	4	0	9
	<i>Bairdoppilata sp. 1</i>	6	3	0	6	3	1	7	6	6	5	2	0	4	2	2	7	5	0	1	3	0
	<i>Bairdoppilata sp. 2</i>	0	0	0	0	2	4	3	3	0	0	2	0	3	1	4	0	1	2	2	0	1
	<i>Glyptobairdia coronata</i>	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Neonesidea gerda</i>	6	6	0	5	4	11	2	0	1	1	8	2	15	0	2	1	1	2	5	3	2
	<i>Neonesidea longisetosa</i>	1	5	0	5	1	5	6	10	9	4	2	4	8	1	2	4	2	2	1	3	5
	<i>Neonesidea aff. schulzi</i>	3	2	0	1	1	3	3	1	5	1	1	3	7	7	3	2	2	3	0	0	4
	<i>Paranesidea bensoni</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Paranesidea harpago</i>	30	42	0	46	32	73	67	101	81	46	53	47	36	40	53	39	36	40	30	41	38
	<i>Paranesidea sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Paranesidea sp. 2</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Triebelina sertata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Yemanja hawkae</i>	6	8	0	4	15	19	20	14	22	9	9	10	8	12	11	14	15	12	7	7	7
	<i>Ekpontocypris sp.</i>	4	3	0	0	3	11	5	4	13	7	11	9	5	14	10	5	9	3	5	13	5
	<i>Peripontocypris magnafurcata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Pontocypris sp.</i>	0	0	0	2	1	5	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	2	1	0	1
	<i>Propontocypris sp.</i>	0	2	0	1	0	5	1	0	0	6	0	0	2	1	3	1	0	2	0	1	0
<i>Aglaioocypris croneisi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	1	0	
<i>Triangulocypris laeva</i>	10	6	0	18	8	7	8	3	5	9	7	5	6	1	4	2	0	3	1	1	1	

Anexo 2

Listado de especies del diagrama DCA

1	<i>Xestoleberis</i> sp. 4	24	<i>Protocytheretta daniana</i>
2	<i>Aponesidea</i> sp. 1	25	<i>Aurila</i> sp.
3	<i>Hemicytherura cranekeyensis</i>	26	<i>Jugosocythereis pannosa</i>
4	<i>Xestoleberis caperata</i>	27	<i>Orionina bradyi</i>
5	<i>Neonesidea</i> aff. <i>schulzi</i>	28	<i>Neonesidea longisetosa</i>
6	<i>Ekpontocypris</i> sp.	29	<i>Radimella wantlandi</i>
7	<i>Pontocypris</i> sp.	30	<i>Radimella confragosa</i>
8	<i>Loxoconcha</i> sp.	31	<i>Paracytheridea tschoppi</i>
9	<i>Xestoleberis</i> sp. 3	32	<i>Triangulocypris laeva</i>
10	<i>Keijcyoidea amazonica</i>	33	<i>Cytherella bermudensis</i>
11	<i>Aponesidea</i> aff. <i>iffatyensis</i>	34	<i>Paracytheridea altila</i>
12	<i>Paracytheridea edwardsi</i>	35	<i>Loxoconcha (Loxocorniculum) fischeri</i>
13	<i>Xestoleberis</i> sp. 5	36	<i>Xestoleberis</i> sp. 1
14	<i>Phlyctocythere recta</i>	37	<i>Cytherella pandora</i>
15	<i>Ekpontocypris</i> sp.	38	<i>Cytheropteron</i> sp.
16	<i>Xestoleberis</i> sp. 2	39	<i>Hemicytherura bradyi</i>
17	<i>Loxoconcha (Loxocorniculum) lenticuloides</i>	40	<i>Semicytherura</i> sp.
18	<i>Cornucoquimba</i> sp.	41	<i>Tenedocythere transoceanica</i>
19	<i>Loxoconcha (Loxocorniculum) tricornata</i>	42	<i>Bairdoppilata</i> sp. 1
20	<i>Cytherura sandbergi</i>	43	<i>Campylocythere</i> sp.
21	<i>Kotoracythere inconspicua</i>	44	<i>Neonesidea gerda</i>
22	<i>Bairdiidae</i> sp. 2	45	<i>Semicytherura elongata</i>
23	<i>Aponesidea</i> sp. 2	46	<i>Caudites howei</i>
		47	<i>Glyptobairdia coronata</i>

Anexo 3.

Listado de huracanes históricos sobre el área de Serrana (70 km a la redonda). Datos de NOAA.

Nombre	Fecha	Categoría	Nombre	Fecha	Categoría
Helene	09/08-19/08-2012	TS	Fox	20/10-28/10-1952	H4
Matthew	23/09-26/09-2010	TS	Sin Nombre	23/09-30/09-1941	H4
Felix	31/08-06/09-2007	H5	Sin Nombre	30/10-14/11-1932	H5
Marco	13/11-26/11-1996	H1	Sin Nombre	14/10-28/10-1926	H4
Diana	04/08-09/08-1990	H2	Sin Nombre	03/10-05/10-1926	TS
Keith	17/11-26/11-1988	ET	Sin Nombre	11/11-21/11-1912	H3
Sin nombre	20/08-24/08-1988	TD	Sin Nombre	09/10-23/10-1910	H4
Sin nombre	06/09-08/09-1987	TD	Sin Nombre	19/09-30/09-1906	H3
Hermine	20/09-26/09-1980	TS	Sin Nombre	10/06-14/06-1904	H1
Greta	13/09-20/09-1978	H4	Sin Nombre	12/09-22/09-1898	TS
Laura	12/11-22/11-1971	TS	Sin Nombre	02/09-13/09-1898	H1
Edith	05/09-18/09-1971	H5	Sin Nombre	01/10-12/10-1894	H3
Gladys	13/10-21/10-1968	H1	Sin Nombre	05/10-16/10-1892	H2
Carla	03/09-16/09-1961	H5	Sin Nombre	31/10-01/11-1890	H1
Abby	09/07-17/07-1960	H1	Sin Nombre	21/09-05/10-1877	H3
Judith	14/10-22/10-1959	H1	Sin Nombre	12/10-23/10-1876	H3
Gilda	24/09-30/09-1954	TS	Sin Nombre	28/09-03/10-1852	TS

Anexo 4.



***PARACYTHERIDEA PUCKETTI* NOM. NOV. FOR *PARACYTHERIDEA INFLATA* PUCKETT, 2008 (OSTRACODA, CRUSTACEA)**

ANDRÉS SALAZAR-RÍOS

Universidad de Caldas. Instituto de Investigaciones en Estratigrafía (IIES). Calle 65 #26-10.
Edificio Orlando Sierra, Bloque B, 2º piso. Manizales, Caldas, Colombia.
andresfelipe.salazar@ucaldas.edu.co

LAURA BERNAL

Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias Geológicas. Calle 65 #26-10.
Edificio Orlando Sierra, Bloque B, 4º piso. Manizales, Caldas, Colombia.
laura.601514047@ucaldas.edu.co

ABSTRACT – *Paracytheridea pucketti* nom. nov. is proposed here for *Paracytheridea inflata* Puckett, 2008 because this species name is pre-occupied by *Paracytheridea inflata* Purper & Ornellas, 1987.

Keywords: Ostracoda, *Paracytheridea*, *nomen novum*, Jamaica, Eocene, systematic paleontology.

Class OSTRACODA Latreille, 1806
Subclass PODOCOPA Sars, 1866
Order PODOCOPIDA Mueller, 1894
Suborder CYTHEROCOPINA Gründel, 1967
Superfamily CYTHEROIDEA Baird, 1850
Family PARACYTHERIDEIDAE Puri, 1957

Paracytheridea Mueller, 1894

Type species. *Paracytheridea depressa* Mueller, 1894

Paracytheridea pucketti nom. nov.

2008 *Paracytheridea inflata* Puckett, n. sp. pl. 1, figs. 1–7.
non 1987 *Paracytheridea inflata* Purper & Ornellas sp. nov. pl. 1, figs. 1–12.
non 1999a *Paracytheridea inflata* Purper & Ornellas – Coimbra *et al.*, fig. 41.
non 2020 *Paracytheridea inflata* Purper & Ornellas – Machado *et al.*, fig. 10N.

Derivation of name. Due to its discoverer, Dr. Terry Markham Puckett (University of Southern Mississippi).

Type material. National Museum of Natural History, USNM 534056-534057 (Puckett, 2008).

ACKNOWLEDGEMENTS

A. Salazar-Ríos thanks A. Pardo-Trujillo (Universidad de Caldas, Colombia) for his support when this manuscript was being written. We are grateful to J.C. Coimbra (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil) for his kindness in sharing some of the works cited. We would also like to thank the editors of RBP (A.M. Ribeiro and M. Arai) and the two anonymous reviewers whose recommendations helped to significantly improve this manuscript.

INTRODUCTION

The ostracod genus *Paracytheridea* Mueller, 1894 is a common component of littoral to neritic environments worldwide. In the Americas it has been found both in tropical and temperate latitudes from the Cretaceous to the Recent (Benson, 1959; McKenzie & Swain, 1967; Bold, 1988; Cronin, 1988; Browers, 1993; Coimbra *et al.*, 1999b; Ballent & Whatley, 2009; among others). In its wide temporal and geographical distribution, at least 33 species have been described for the genus in the Americas (see Brandão & Karanovic, 2020 for a compilation of accepted species). Puckett (2008) describes eight new ostracod species in the Eocene of Jamaica (Guys Hill Formation), one of them named as *Paracytheridea inflata*. However, this combination is pre-occupied by *Paracytheridea inflata* Purper & Ornellas, 1987, described originally in the Recent equatorial and NE Brazilian shelf, but latterly reported southward this shelf as far as ~22°S (Machado *et al.*, 2020). Because of this primary homonymy (article 53.3 of ICZN, 2000), we propose the substitute name of *Paracytheridea pucketti* nom. nov. for *Paracytheridea inflata* Puckett, 2008, as defined in article 60.3 of the ICZN (2000).

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

For the supra-generic classification, the proposal of Horne *et al.* (2002) was followed.

REFERENCES

- Ballent, S.C. & Whatley, R.C. 2009. Taxonomy and zoogeography of the Mesozoic Cytherurid Ostracoda from west-central Argentina. *Palaentology*, **52**:193–218. doi:10.1111/j.1475-4983.2008.00827.x
- Benson, R.H. 1959. Ecology of Recent ostracodes of the Todos Santos Bay Region. Baja California. Mexico. *University of Kansas Paleontological Contributions*, **1**:1–80.
- Bold, W.A. 1988. Neogene paleontology in the northern Dominican Republic 7. The Subclass Ostracoda (Arthropoda: Crustacea). *Bulletins of American Paleontology*, **94**:1–105.
- Brandão, S.N. & Karanovic, I. 2020. *World Ostracoda database*. Available at doi:10.14284/364; accessed on 07/10/2020.
- Browers, E.M. 1993. Systematic paleontology of Quaternary ostracode assemblages from the Gulf of Alaska, Part 2: families Trachyleberididae, Hemicytheridae, Loxoconchidae, Paracytherideidae. *United States Geological Survey Professional Paper*, **1531**:1–47.
- Coimbra, J.C.; Carreño, A.L. & Michelli, M.J. 1999a. Taxonomía y zoogeografía de la familia Cytheruridae (Ostracoda) de la plataforma continental ecuatorial de Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*, **87**:117–142.
- Coimbra, J.C.; Pinto, I.D.; Würdig, N.L. & do Carmo, D.A. 1999b. Zoogeography of Holocene Podocopina (Ostracoda) from the Brazilian Equatorial shelf. *Marine Micropalaeontology*, **37**:365–379. doi:10.1016/S0377-8398(99)00025-0
- Cronin, T.M. 1988. Evolution of marine climates of the U. S. Atlantic Coast during the past four million years. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, **318**:661–678. doi:10.1098/rstb.1988.0029
- Horne, D.J.; Cohen, A. & Martens, K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda. In: J.A. Holmes & A.R. Chivas (eds.) *The Ostracoda: applications in Quaternary Research*, Washington, D.C., American Geophysical Union, p. 5–36 (Geophysical Monograph Series 131).
- ICZN. 2000. *International Code of Zoological Nomenclature. Fourth Edition*. Available at <https://www.iczn.org/the-code/the-international-code-of-zoological-nomenclature/the-code-online/>; accessed on 07/10/2020.
- Machado, C.P.; Coimbra, J.C. & Bergue, C.T. 2020. Provinciality of Ostracoda (Crustacea) in the northeastern and eastern Brazilian shelves based on neontological and paleontological analyses. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **23**:3–31. doi:10.4072/rbp.2020.1.01
- McKenzie, K.G. & Swain, F.M. 1967. Recent Ostracoda from Scammon Lagoon, Baja California. *Journal of Paleontology*, **41**:281–305.
- Puckett, T.M. 2008. Ostracoda as indicators of vertebrate environments in the Middle Eocene Guys Hill Formation of Jamaica. *Micropaleontology*, **54**:139–158.
- Purper, I. & Ornellas, L.P. 1987. The genus *Paracytheridea* (Ostracoda) in the Northern/Northwestern Brazilian continental shelf. *Pesquisas*, **20**:103–124. doi:10.22456/1807-9806.21675

Received in 24 July, 2020; accepted in 08 September, 2020.