

**MOLUSCOS FÓSILES DEL PUERTO  
DE NUEVA PALMIRA,  
PLEISTOCENO TARDÍO DE  
URUGUAY**

*Mariana Demicheli*

*Noviembre 2015*

*Orientadora: MSc. Alejandra Rojas*

*Tribunal: Dr. Sergio Martínez  
Dr. Mariano Verde  
MSc. Alejandra Rojas*

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar quiero agradecer a Sergio Martínez y a Alejandra Rojas. A Sergio por recibirme de brazos abiertos y una sonrisa cada vez que decidía dejar y retomar la carrera. A Alejandra por acompañarme, enseñarme y tenerme paciencia durante todos estos años. A ambos, por alentarme (y amenazarme) para que terminara.

A todo el equipo del departamento por el apoyo y las palabras de aliento: Martín, Daniel, Mariano, Matías, Fernanda, Andrea, Gloria, Guillermo, Checho, Aldo y Pablo.

Una vez más a Alejandra y Sergio por ser, además, los responsables de la recolección de las muestras analizadas en este trabajo.

A mi mamá por estar siempre conmigo, por pincharme para que terminara la carrera y además por el 'asesoramiento técnico' en diseño gráfico.

Al resto de mi familia, por ayudarme y alentarme a seguir adelante: Vicky, Vero, Fran y papá. A Fer y Sole que también son parte de mi familia y estuvieron conmigo durante todo este camino.

Por último y especialmente a Rafa por acompañarme y darme contención siempre.

# ÍNDICE

---

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
La asociación del Puerto de Nueva Palmira .....	5
<b>OBJETIVOS</b> .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
Procesamiento y análisis de muestras.....	7
Análisis de los datos .....	8
Diversidad .....	9
Similitud entre muestras.....	10
Índices de presencia y ausencia .....	10
Índices que consideran abundancia .....	11
Gráficos de variación de abundancia en la lateral y vertical .....	12
Análisis paleoambiental .....	12
<b>RESULTADOS</b> .....	12
Muestra PNP1A.....	13
Muestra PNP3A.....	14
Muestra PNP4A.....	15
Muestra PNP6A.....	16
Muestra PNP3B.....	17
Muestra PNP3C.....	17
Muestra PNP4C.....	19
Diversidad .....	20
Agrupamiento .....	23
Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) .....	25
<b>DISCUSIÓN</b> .....	26
Composición taxonómica .....	26
Diversidad de las muestras .....	27
Efectividad del muestreo .....	28
Distribución de los taxones en el yacimiento .....	29
Distribución dentro de cada nivel de acumulación .....	29
Nivel A.....	29
Nivel C.....	30
Distribución entre niveles de acumulación .....	32
Sitio 3 .....	32
Sitio 4 .....	33
Agrupamiento de las muestras.....	34
Agrupamiento de los taxones.....	35
Paleoambientes .....	36
Temperatura .....	36
Salinidad.....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	40
<b>FIGURAS</b> .....	44
<b>LÁMINAS</b> .....	57
<b>APÉNDICES</b> .....	62

## RESUMEN

---

La asociación de moluscos del Puerto de Nueva Palmira (Colonia) constituye, junto con aquellas de La Coronilla y Zagarzazú, los únicos registros marinos del Pleistoceno conocidos para Uruguay. La colecta de múltiples muestras en este yacimiento y su posterior análisis, permitieron incrementar el conocimiento respecto a la riqueza de taxones de moluscos representados. Asimismo, permitió mejorar las inferencias paleoambientales obtenidas para la asociación pleistocena más occidental de la costa uruguaya. En general, los fósiles recuperados presentaron un importante nivel de desgaste y fragmentación, lo cual en algunos casos dificultó la asignación específica. Se registraron 52 taxones de moluscos, superándose significativamente los reportados en la literatura para este depósito. Del total hallado, 23 taxones son por primera vez registrados para este yacimiento. Entre éstos, *Donax* sp., *Boonea* cf. *B. jadis*, *Iselica anomala*, *Costoanachis sertulariarum*, *Tegula patagonica*, *Parvanachis* sp., *Trachycardium muricatum*, *Limaria* sp., *Sphenia fragilis*, *Litoraria flava*, *Laevicardium* sp., *Turbonilla* sp., *Epitonium* sp., *Crepidula plana* y *Crepidula protea* fueron citados previamente en otras asociaciones pleistocenas. *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis*, *Barnea lamellosa*, *Turbonilla multicostata* y *Bittium varium* y *Fellaniela* cf. *F. vilardeboana* se reportan por primera vez para el Pleistoceno. Por otro lado, el hallazgo de *Odostomia* sp. y *Nassarius* sp. constituye el primer registro de estos géneros en el Cuaternario marino de Uruguay. Asimismo, se destaca la presencia de quitones (género *Chaetopleura*), grupo que no había sido encontrado en este depósito.

En la comparación de las muestras analizadas, según la vertical y la horizontal, se evidencia cierta identidad en un mismo nivel de acumulación. Al comparar las muestras en la vertical, si bien se encuentran mayores diferencias entre los taxones hallados, los principales taxones representados no varían en la globalidad del muestreo. Las especies dominantes del yacimiento, en cada muestra analizada, son: *Ostrea equestris*, *Maetra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliiana*.

Desde el punto de vista paleoambiental, estos nuevos hallazgos confirman la influencia marina verificada anteriormente para esta asociación. Además, la presencia de *B. varium*, *Limaria* sp., *L. flava*, *Laevicardium* sp., *Anomalocardia brasiliiana*, *Chione*

*subrostrata*, *Macoma constricta* y *Gouldia cerina*, moluscos de aguas cálidas cuyo límite de distribución actual está en Brasil, indica mayores temperaturas para el intervalo de tiempo considerado.

## INTRODUCCIÓN

---

Los depósitos marinos fosilíferos del Cuaternario en Uruguay afloran a lo largo de la costa actual desde la desembocadura del Río Negro hasta la Laguna Merín en los departamentos de Río Negro, Soriano, Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado, Rocha y Treinta y Tres (Preciozzi *et al.*, 1985)

Los fósiles de los depósitos cuaternarios se encuentran característicamente representados por una gran diversidad de moluscos. Dentro de este grupo, los más diversos y abundantes son gasterópodos y bivalvos, aunque también se han encontrado poliplacóforos y escafópodos. Otros grupos aparecen representados como equinodermos, poríferos, crustáceos decápodos, ostrácodos, foraminíferos y diatomeas (*e.g.* Ihering, 1907; Figueiras, 1961; Figueiras, 1962; Parodiz, 1962; Sprechmann, 1978; Martínez, 1983; Rojas & Martínez, 2008). Aunque no son característicos de estos depósitos, los vertebrados también aparecen representados por escamas, dientes y huesos de peces óseos. (Perea & Ubilla, 1981; Piñeiro & Verde, 1999).

A consecuencia de las dificultades que existen para caracterizar las unidades litoestratigráficas formales (Fm. Villa Soriano y Fm. Chuy; ver Martínez & Ubilla, 2004), Martínez *et al.* (2006) y Rojas & Martínez (2008) distinguen dos tipos de depósitos: 1) Arenas considerablemente transportadas y depositadas en condiciones de flujos de corriente (conchillas en *shell – beds* con niveles altos de fragmentación, desgaste y desarticulación); 2) Pelitas de colores oscuros depositadas en condiciones de baja energía (conchillas articuladas y a veces en posición de vida, sin evidencias de transporte).

La edad de las asociaciones fosilíferas cuaternarias de Uruguay ha sido determinada a través de métodos de datación numérica como el Carbono 14 (<sup>14</sup>C). Las

edades obtenidas por dicho método aportan una serie de datos estableciendo dos grandes grupos. El primer grupo ubicado en el Pleistoceno, con edades mínimas cercanas a los 35.000 años AP: Zagarzazú, Puerto de Nueva Palmira (Colonia) y La Coronilla (Rocha) (Figura 1). El segundo grupo, con edades menores a los 10.000 años AP corresponden al Holoceno (predominantemente más jóvenes que 6.000 años AP) (Martínez *et al.* 2001, Martínez & Ubilla, 2004, Martínez & Rojas 2013) se encuentra en varias localidades (por ejemplo Villa Soriano, Arroyo Pando, Playa Pascual y Arroyo Chuy) (*e.g.*, Martínez *et al.*, 2006).

#### La asociación del Puerto de Nueva Palmira

El yacimiento objeto de estudio en este trabajo aflora en el Departamento de Colonia, en el predio del Puerto de la ciudad de Nueva Palmira (Lámina I). Se ubica aproximadamente entre los 12 – 13 m de altura y está integrado predominantemente por arenas medias a gruesas. En su mayor espesor el depósito alcanza poco más de tres metros (Roselli, 1976; Martínez *et al.*, 2001).

Varios autores mencionan este depósito, como Fontana (1927), Kraglievich (1928), Serra (1943) y Francis (1975). Otros, analizan esta asociación con mayor profundidad como por ejemplo Teisseire (1927, 1930), Frenguelli (1930) o Roselli (1976), quienes además de una descripción litológica del yacimiento, brindan una lista de los principales taxones de moluscos encontrados. Mora (1979) realizó un trabajo sobre este depósito, el cual no fue publicado, pero que aporta al estudio del mismo. Martínez *et al.* (2001) y Rojas (2007), exponen resultados obtenidos a través del análisis de muestras al azar y realizan un análisis paleoecológico de los moluscos de la asociación. Se mencionan además, el hallazgo de otros grupos como balanos, pinzas de crustáceos y estructuras de bioerosión (en las conchillas) (Lorenzo & Verde, 2004).

Desde el punto de vista paleoambiental, la alta proporción de especies marinas y eurihalinas indicaría un ambiente euhalino. Así también la presencia de taxones característicamente de aguas cálidas, indicarían temperaturas más elevadas que en el presente (Martínez *et al.*, 2001 y Rojas, 2007). Martínez *et al.* (2001), basándose en estas inferencias proponen una correlación más probable de esta asociación con el Último Interglacial (extendido aproximadamente entre 140,000 y 120,000 años AP). Más recientemente, con el fin de extender el alcance temporal más allá del dado por

<sup>14</sup>C se han obtenido nuevas dataciones por luminiscencia (OSL) que arrojaron para el depósito del Puerto de Nueva Palmira una edad de 80.680 +/- 5.500 años AP (Rojas, 2010) y por lo tanto más jóvenes que las del Último Interglacial.

El presente trabajo representa un aporte al conocimiento de la diversidad de moluscos de la asociación del Puerto de Nueva Palmira, ya que los estudios realizados previamente indican que su conocimiento dista de estar agotado. Como ya se ha mencionado, esta asociación pertenece al limitado grupo de yacimientos del Pleistoceno conocidos en Uruguay, por lo que la información obtenida será relevante y representativa para la caracterización faunística de este intervalo de tiempo en Uruguay.

Cabe agregar también que el depósito objeto de estudio en este trabajo es el más occidental dentro del Pleistoceno de nuestro país, por lo que los aportes que se realicen en cuanto a la distribución de especies e inferencias paleoecológicas, podrán tener un impacto aún mayor sobre el estudio paleoambiental en la costa uruguaya en la época considerada si se tiene en cuenta el actual gradiente de salinidad y los modelos de corrimiento de frente marítimo realizado por otros autores.

## OBJETIVOS

---

### General.

- Ampliar el conocimiento de la diversidad de moluscos presentes en el depósito del Puerto de Nueva Palmira a través del análisis de múltiples muestras.

### Específicos.

- Identificar las especies de moluscos presentes en el depósito.
- Determinar si existen variaciones en la composición taxonómica considerando la extensión lateral y vertical del depósito.
- Contribuir a la reconstrucción paleoambiental a través del análisis paleoecológico de los taxones hallados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

Las muestras analizadas fueron recolectadas por Alejandra Rojas y Sergio Martínez en diciembre de 2009. Fueron tomadas al azar y a una distancia regular en la lateral (2 m una de otra) y considerando los diferentes niveles de acumulación de conchillas en la vertical, de modo de poder realizar comparaciones. La separación entre niveles se aprecia a simple vista, siendo éstos los que presentan mayor agrupación de conchillas o bien encontrándose limitados por sitios con material más consolidado.

Los niveles muestreados fueron tres. El nivel más bajo, se denominó A con 50 cm de espesor; el nivel B tiene 30 cm de espesor y el nivel C es de 25-30 cm de espesor (Lámina II).

Se le asignó nombre a cada muestra según el sitio del que fueron extraídas. El prefijo PNP se refiere a la localidad (Puerto de Nueva Palmira); al prefijo se le suma un número que corresponde a la ubicación de la muestra en la lateral y una letra que se refiere a los diferentes niveles identificados (vertical).

Se estudiaron un total de 7 muestras: PNP1A, PNP3A, PNP4A, PNP6A, PNP3B, PNP3C y PNP4C (Lámina II).

En general las diferentes muestras presentan un tamaño similar, excluyendo la muestra PNP3B, que es considerablemente menor. El volumen aproximado de la mayor parte de las muestras fue de entre 3 – 4 dm<sup>3</sup>, mientras que en la muestra PNP3B el volumen es inferior a los 2 dm<sup>3</sup>. Este menor volumen se debe a que, al estar más consolidado, se pudo acceder a menor cantidad de material en este nivel.

### Procesamiento y análisis de muestras.

Para cada una de las muestras estudiadas se realizó el mismo procedimiento para garantizar la comparabilidad de los resultados obtenidos:

- Se secaron las muestras a temperatura ambiente durante aproximadamente 15 días.

- Se tamizaron en agua usando tres tamices de diferentes diámetros más un tamiz ciego para recolectar el residuo.
- Las fracciones colectadas se colocaron en diferentes bandejas y se dejaron secar nuevamente para su posterior análisis.
- En el caso del material obtenido con el tamiz de diámetro mayor, el *picking* se realizó a ojo desnudo. Para los materiales obtenidos con los tamices de diámetros más pequeños se utilizó una lupa binocular.
- Los ejemplares se identificaron a nivel de género y dentro de lo posible a nivel de especie. La identificación se realizó en base a las guías de identificación de Ríos (1994, 2009), Abbott y Morris (1995), Amaral *et al.* (2006), Mikkelsen & Bieler (2008) y Huber (2010) y mediante el análisis comparativo con especímenes previamente ingresados en la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias.
- Una vez analizados, se colocaron los ejemplares en recipientes de almacenamiento definitivo y se completó una etiqueta con la información básica del ejemplar y se ingresaron a la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias – UDELAR (FCDPI).

### Análisis de los datos

Se realizó el conteo de los ejemplares ya separados por taxones. En el caso de los bivalvos se contaron las valvas derechas e izquierdas por separado y se estableció el mayor número como el número total de individuos de la especie en la muestra. En el caso de los gasterópodos se contabilizaron aquellos especímenes que conservaban su ápice.

Cuando en las muestras se encontraron sólo fragmentos de determinado taxón, se los contabilizó como un ejemplar. En los casos en los que no se llegó a la determinación genérica del ejemplar, se consideró el taxón de rango superior solamente cuando ese grupo no estuviera representado en la muestra a nivel de género.

Luego de la obtención de los datos de abundancia se realizó la comparación entre los diferentes niveles muestreados (en la vertical y la horizontal) mediante la

utilización índices de diversidad (e.g., Hammer & Harper, 2006) y una serie de análisis multivariados con el programa PAST versión 3.04 (Hammer et.al. 2001).

### Diversidad

- Se consideró la riqueza de especies (S) de acuerdo al número de taxones presentes en cada muestra.
- Se calculó el índice de Shannon – Wiener (H'). Dicho índice se calcula según la fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie en la muestra. El valor mínimo será  $H'=0$  y el máximo valor será dado por  $H_{\max}=\ln S$ ; y será más alto cuanto mejor distribuida esté la muestra. La muestra menos diversa será la que tenga una sola especie ( $H(0)$ ) y la más diversa aquella en la cual el número de taxones se acercara al número de individuos.

- Se calculó el índice de equitatividad según la fórmula

$$J = H'/H_{\max}$$

Varía de 0 a 1. Cuanto más equitativamente esté distribuida la abundancia de cada especie, más cerca de 1 va a estar este índice.

- Se crearon curvas de rarefacción para cada muestra. El índice de rarefacción se utiliza para investigar el efecto del tamaño del muestreo sobre el conteo de taxones encontrados. También se utiliza para comparar el número de taxones encontrados entre muestras de diferente tamaño. El *output* es una curva de rarefacción, la cual se estabiliza en una meseta cuanto más representativo haya sido el muestreo. Esto indica que aunque se aumente significativamente el número de ejemplares obtenidos, no aumentaría significativamente el número de taxones encontrados.
- Se calculó el índice de *Chao 1* (Chao, 1984, Colwell & Coddington, 1994). *Chao 1* permite estimar el número de taxones en la muestra basado en el número de especies raras en la misma. Se calcula según la siguiente fórmula:

$$Chao1 = S + F1 (F1 - 1) / (2 (F2 + 1))$$

Donde  $S$  es el número de taxones de la muestra,  $F1$  es el número de taxones que están representados por un solo individuo en la muestra (“*singletons*”) y  $F2$  es el número de taxones que están representados por dos individuos en la muestra (“*doubletons*”).

- También se aplicó el índice de *Chao 2*. Siguiendo la misma lógica del índice anterior, se puede aplicar el concepto a la comparación entre muestras. Se requiere solamente datos de presencia-ausencia y se plantea de la siguiente forma (Chao, 1987, Colwell & Coddington, 1994):

$$Chao2 = S_{obs} + (m - 1 / m) (Q_1 - 1) / 2 (Q_2 + 1)$$

Donde  $S_{obs}$  es el número total de taxones observados,  $m$  el número de muestras,  $Q_1$  es el número de especies que ocurren solo en una de las muestras (especies ‘únicas’) y  $Q_2$  es el número de especies que ocurren exactamente en dos de estas muestras. Este índice permite, entonces, estimar el número total de taxones esperados en todas las muestras analizadas.

### Similitud entre muestras

#### **Índices de presencia y ausencia**

- Se realizaron análisis de *cluster* para evidenciar agrupamientos de datos según la presencia de taxones encontrados en las diferentes muestras analizadas. El *output* es un dendrograma que muestra dichas agrupaciones. Se realizaron dos tipos de *cluster*; en uno se agrupan las muestras en relación a similitud de taxones presentes en cada una. En el otro se agrupan a los taxones en relación a su presencia o ausencia en cada una de las muestras. En cada gráfico se especifica el coeficiente de correlación cofenética, cuanto más cercano a 1, más robusto es el dendrograma. Éstos, se realizaron en base a dos índices: índices de Dice y el de Raup – Crick.
  - El índice de similitud de Dice, está definido como

$$M / (2M + N) / 2 = 2M / (2M + N).$$

Siendo M el número de especies presentes en ambas muestras y N el número de especies sobrantes (aquellas que están presentes en una, pero no en ambas muestras). Las ausencias en las dos muestras son ignoradas. Cuando una de las muestras es mucho más grande que la otra, el valor de este índice será siempre pequeño. Es poco sensible en cuanto a las diferencias (taxones hallados en una muestra y no en otra) entre las muestras ya que le da más peso a las similitudes que a las diferencias al multiplicar el valor de M por dos.

- El índice de Raup-Crick usa datos de presencia - ausencia y utiliza un procedimiento de permutación ("Monte Carlo"), que compara el número de especies que ocurren en ambas asociaciones con la distribución de las co-ocurrencias de 1000 replicaciones al azar del *pool* de ejemplares.

### Índices que consideran abundancia

- Se calculó un índice de similitud de abundancia entre muestras. Se utilizó el índice de Bray-Curtis, mide la distancia (disimilitud) entre diferentes asociaciones. Siguiendo a Hammer et.al. (2001) se calcula:

$$BC = 1 - (\sum |u_i - v_i| / \sum |u_i + v_i|)$$

Siendo **u** y **v** los valores de abundancia de dos asociaciones diferentes. Este índice no incluye datos de ausencias entre las muestras, y así es muy sensible a los taxones más abundantes. A partir de este índice se obtiene un gráfico multidimensional o bien un análisis por *cluster*. En este trabajo se eligió representar un gráfico multidimensional (*non -metric multidimensional scaling* o NMDS). El NMDS se basa en una matriz de distancia, en este caso Bray-Curtis. El algoritmo ubica los datos en un sistema de coordenadas de 2 o 3 dimensiones (en este caso se usó el de 2 dimensiones) de forma que el orden de distancias es preservado. El programa puede converger en diferentes soluciones cada vez que se corre, dependiendo de las condiciones iniciales. Cada corrida es una secuencia de 11 intentos, de los cuales se elige el que tiene menos "stress".

En cada gráfico realizado se indica el stress que posee el mismo. Cuanto más se acerque a 0, más confiable es el ordenamiento obtenido. Si el valor está por encima de 0,3 se considera que no es confiable.

### **Gráficos de variación de abundancia en la lateral y vertical.**

Se realizaron gráficos de área. Este tipo de gráfico permite visualizar variaciones de composición taxonómica en las diferentes muestras. En este caso se utilizaron para comparar las muestras en la horizontal y la vertical. Se eligieron dos tipos de gráficos, uno de ellos basado en el número de ejemplares de cada taxón y otro en base a la proporción de cada taxón en la muestra expresado en porcentajes. Se graficaron los del nivel A y del nivel C por un lado y luego según el sitio que ocupan en la vertical.

### Análisis paleoambiental.

La distribución geográfica de los taxones es un indicador de las condiciones de temperatura en las que viven. Se estableció la distribución actual de los nuevos taxones hallados y especialmente si viven o no actualmente en la costa uruguaya. Asimismo se establecieron los rangos de salinidad que soportan los mismos. Los datos se extrajeron de Ríos (1994, 2009), Abbott y Morris (1995), Scarabino (2003, 2004) Amaral *et. al.* (2006), Scarabino *et.al.* (2006), Mikkelsen & Bieler (2008), Rosenberg (2009) y Huber (2010).

## **RESULTADOS**

---

Aunque ya se habían realizado anteriores estudios taxonómicos sobre el depósito del Puerto de Nueva Palmira, (Martínez *et.al.* 2001 & Rojas, 2007) este es el primero en el que se utilizó un muestreo múltiple.

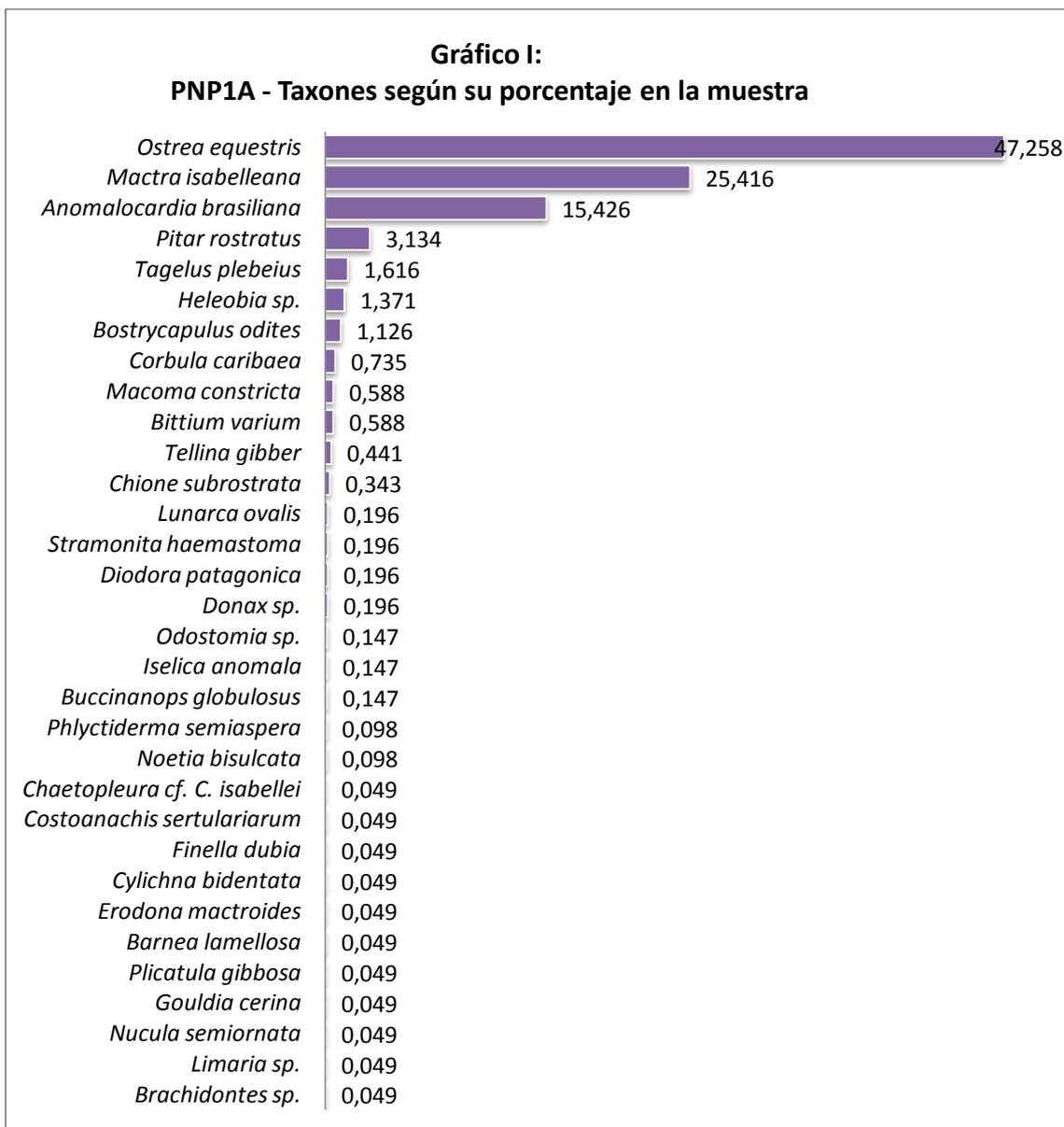
En todas las muestras analizadas la matriz es de arena con clastos tamaño gravilla (predominantemente) y algunos clastos de tamaño mayor. Las

conchillas están densamente empaquetadas y su preservación es heterogénea, encontrándose ejemplares muy bien conservados y otros sumamente desgastados.

A continuación se presentará una breve descripción de las características litológicas y tafonómicas de cada muestra analizada, así como la composición taxonómica de cada una.

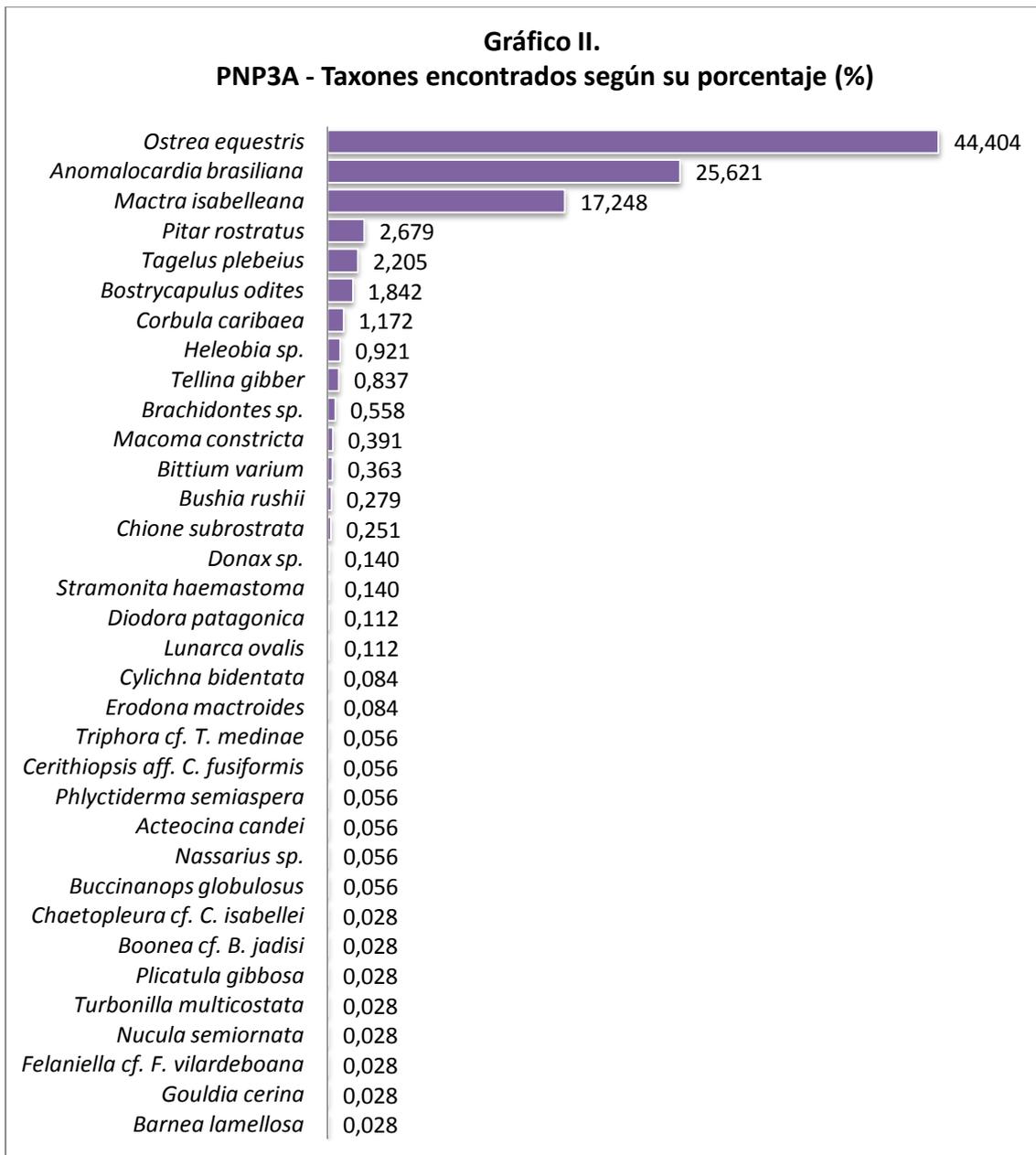
### Muestra PNP1A

Esta muestra presenta matriz arenosa con importante presencia de clastos de un máximo de 40 mm de diámetro. En ésta aparecen conchillas muy fragmentadas. Fueron encontrados en la muestra un total de 32 taxones de moluscos (Gráfico I).



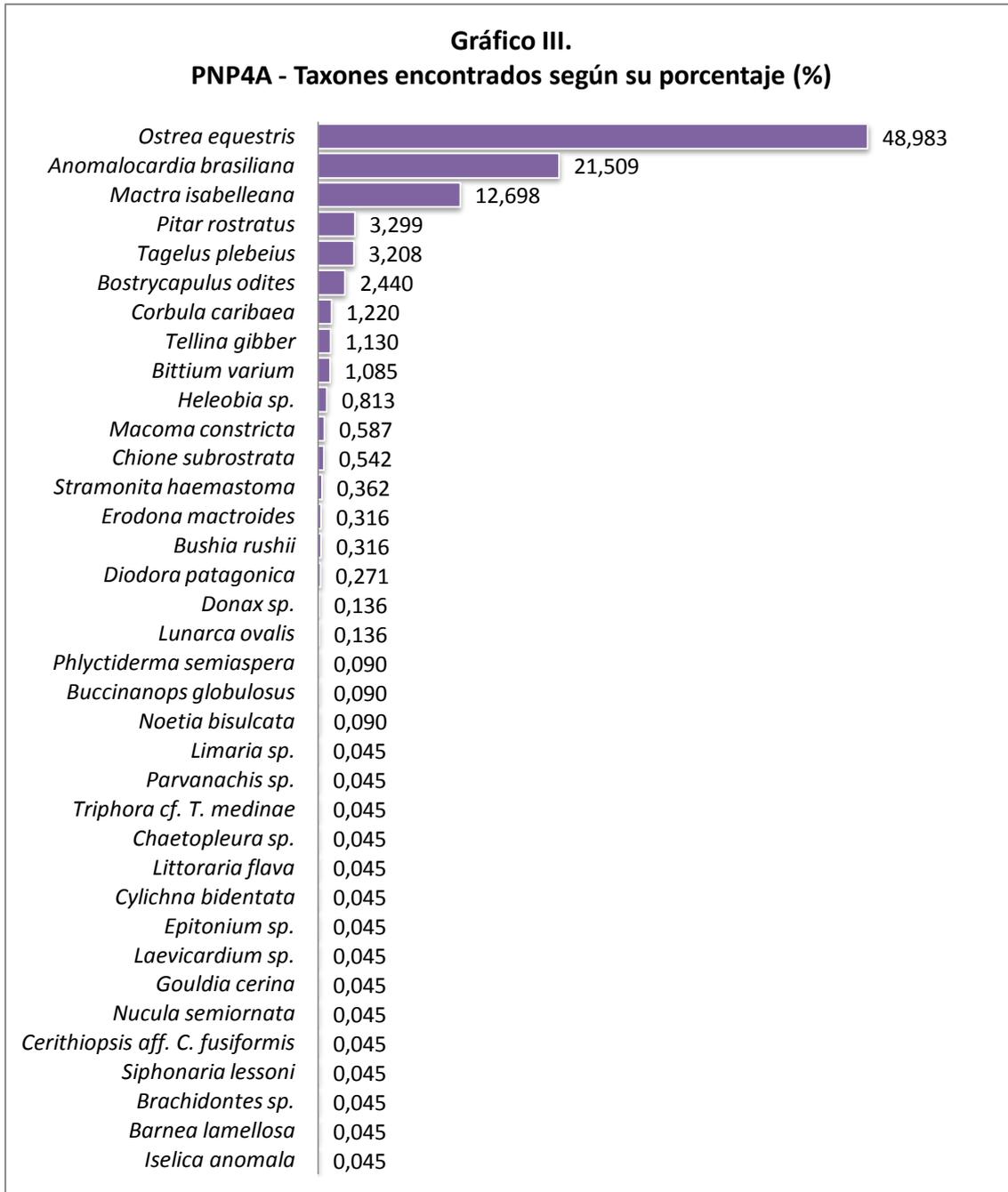
## Muestra PNP3A

La muestra presenta matriz arenosa muy abundante. Principalmente aparecen clastos pequeños que no alcanzan los 5 mm, aunque algunos son de hasta 15 mm. La muestra presenta gran cantidad de conchillas fragmentadas y aparece un gran bloque de conchillas conglomeradas que no fue posible procesar. En esta muestra se observa que aparecen algunas conchillas particularmente muy bien conservadas, por ejemplo, con bivalvos con valvas conjugadas (*Macoma constricta* y *Tagelus plebeius*). Estos ejemplares conservados llegan a medir hasta 50 mm, siendo de mayor tamaño que el general de los clastos encontrados en la muestra. Fueron encontrados en la muestra un total de 34 taxones de moluscos (Gráfico II).



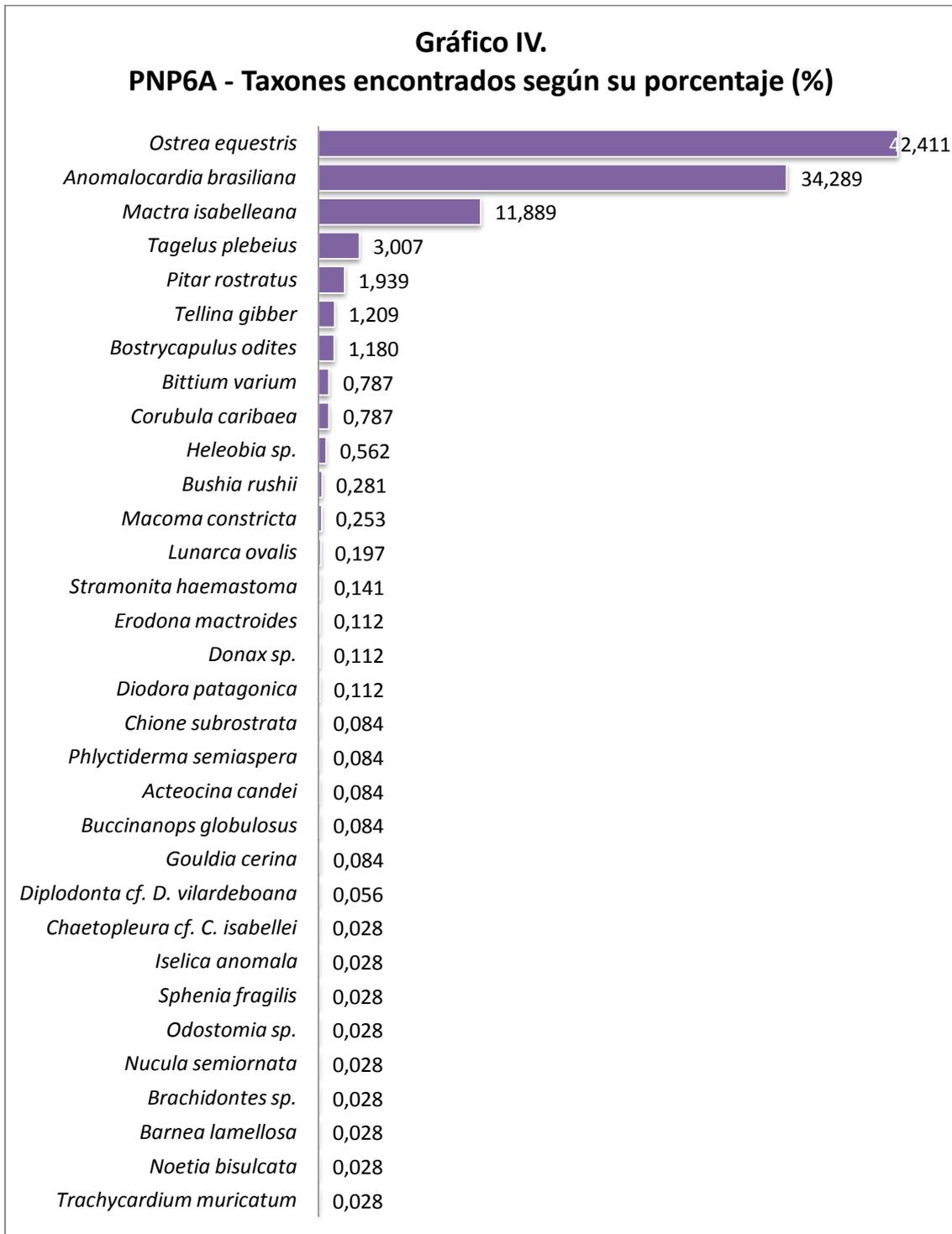
## Muestra PNP4A

Con características muy similares a la muestra PNP1A, la muestra presenta matriz arenosa con importante presencia de clastos de un máximo de 40 mm de diámetro y con conchillas muy fragmentadas. Se encontraron en esta muestra valvas de *Bushia rushii* muy bien conservadas, lo que es raro dada la fragilidad de las mismas. Fueron encontrados en la muestra un total de 34 taxones de moluscos (Gráfico III).



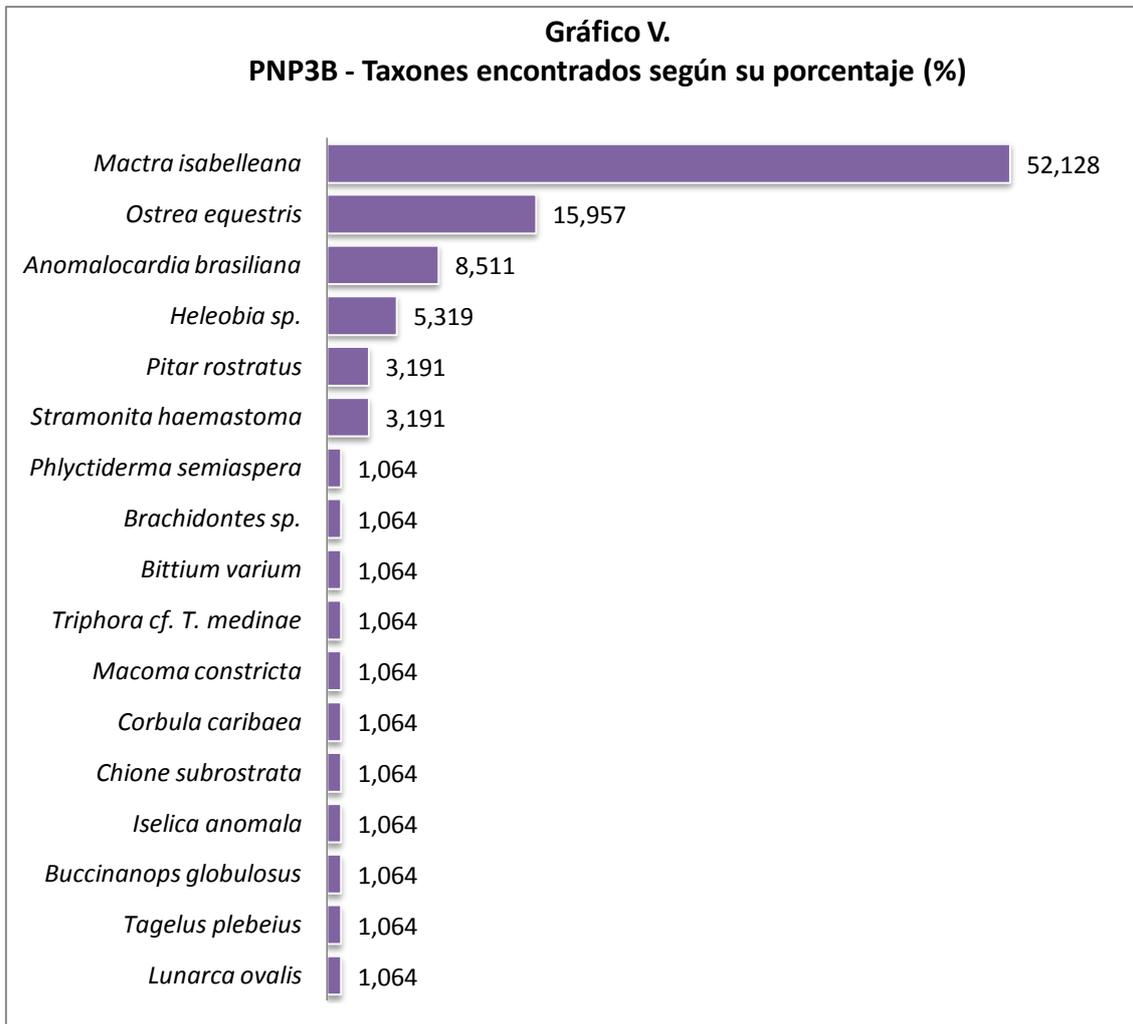
## Muestra PNP6A

Es una muestra con matriz arenosa muy abundante. Se observa que hay una menor proporción de clastos de mayor tamaño que en el resto de las muestras, los mismos llegan a presentar 40 mm de diámetro. Fueron encontrados en la muestra un total de 31 taxones de moluscos (Gráfico IV).



### Muestra PNP3B

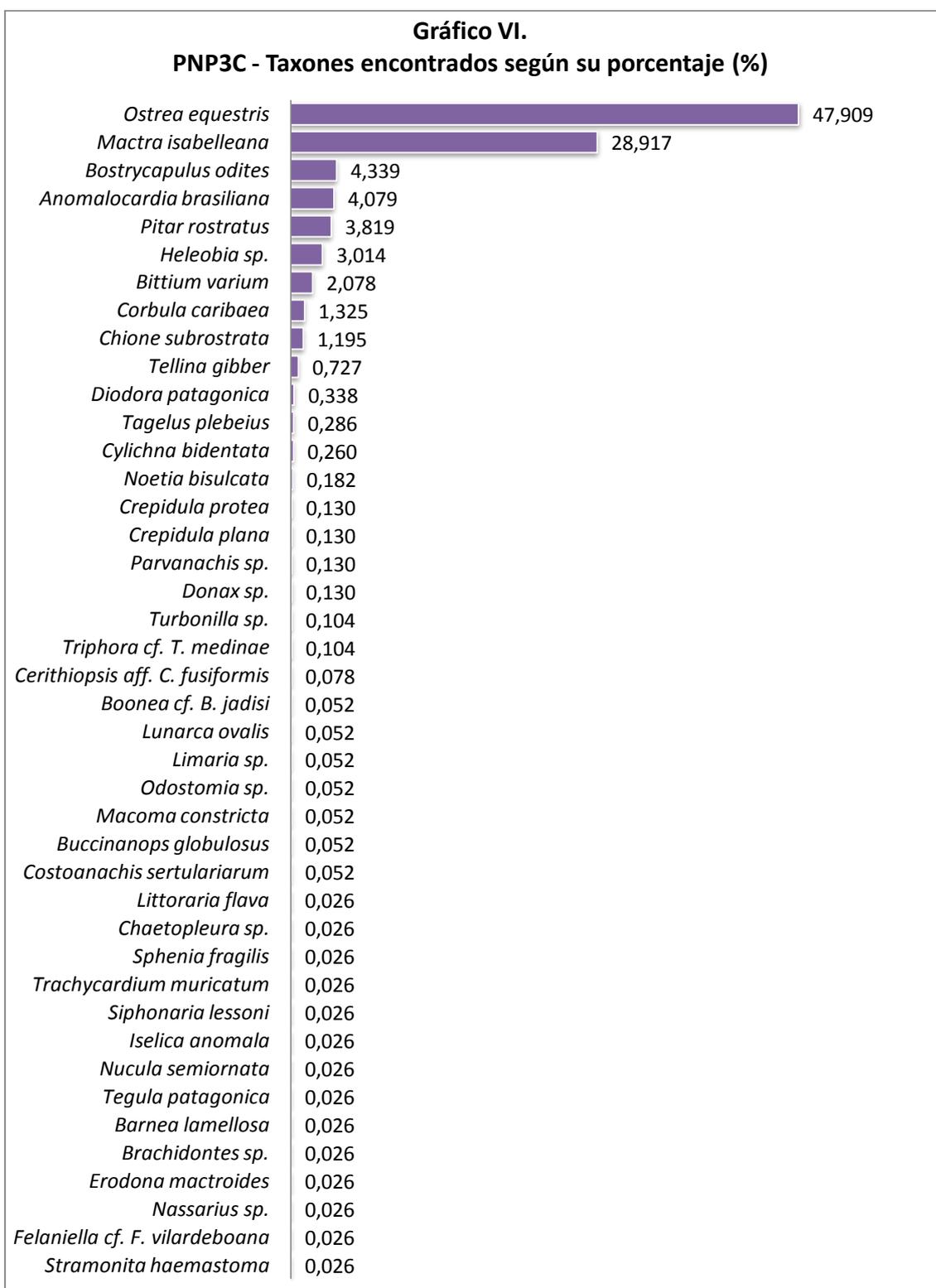
Comparativamente, esta muestra, posee poca cantidad de material. La matriz sigue siendo arenosa pero poco abundante. Se observa gran proporción de clastos que alcanzan los 40 mm de diámetro. Parte del material no se pudo procesar al encontrarse consolidado. Fueron encontrados en la muestra un total de 17 taxones de moluscos (Gráfico V).



### Muestra PNP3C

Esta muestra posee una matriz arenosa en proporción similar a muestras PNP1A y PNP4A. Se observa predominio de clastos, los cuales llegan a un diámetro de hasta 60 mm (los más grandes entre las muestras analizadas) así como aglomeración

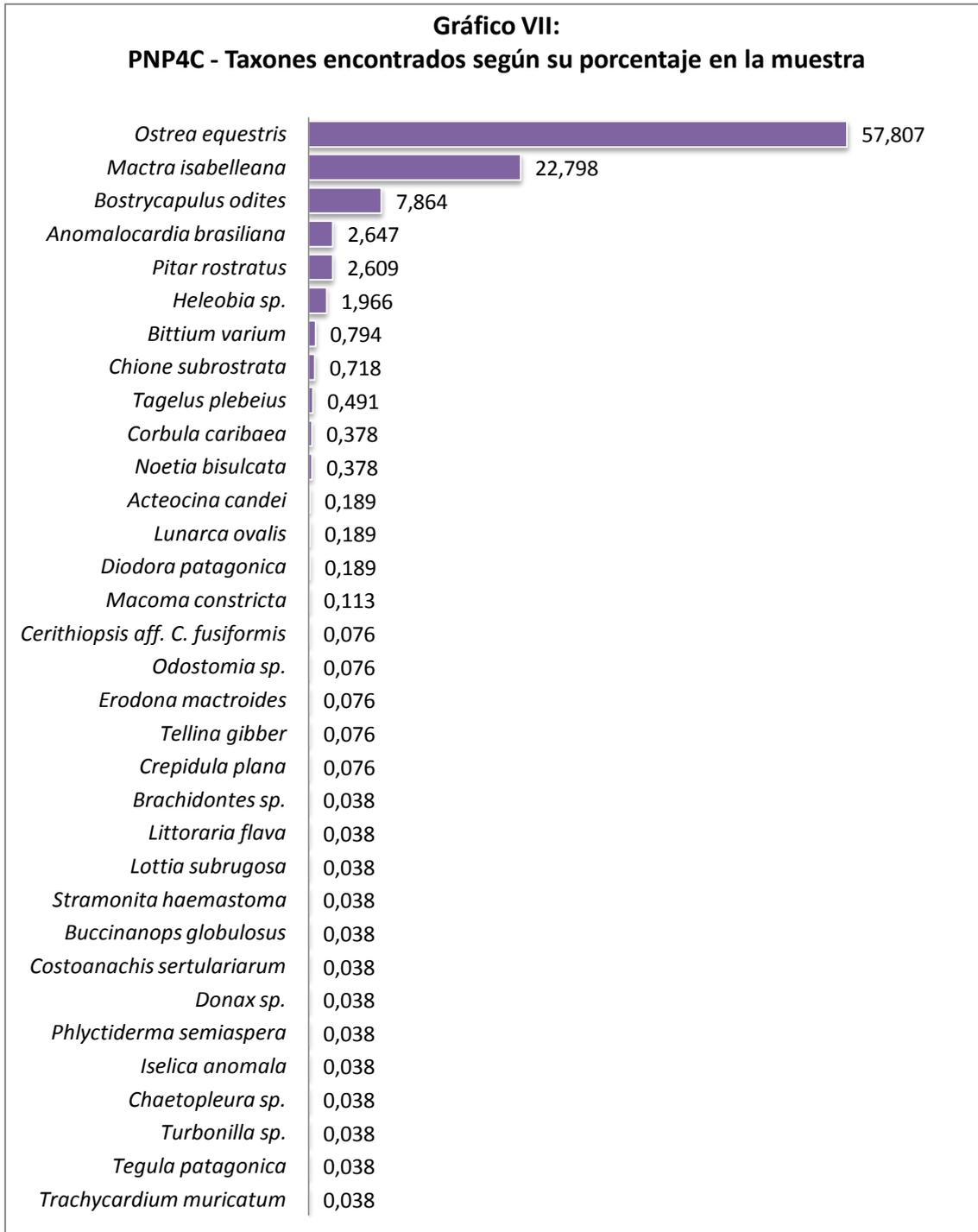
de conchillas que no pudieron ser aisladas. Fueron encontrados en la muestra un total de 42 taxones de moluscos (Gráfico VI).



## Muestra PNP4C

En esta muestra aparece una matriz arenosa en proporción similar a la muestra anterior. Como particularidad de ésta, prácticamente todos los clastos son fragmentos de conchillas, si aparece algún clasto de origen mineral son de hasta 1 mm de diámetro.

Fueron encontrados en la muestra un total de 33 taxones de moluscos (Gráfico VII).



En el Apéndice I se muestran las diferentes abundancias relativas de los taxones, expresadas en porcentajes, para cada muestra. En negrita se señalan las citadas por primera vez para este yacimiento.

En el Apéndice II por otro lado, se muestra el número total de ejemplares y su porcentaje al sumar el total de ejemplares de todas las muestras.

### Diversidad

En la tabla I se muestran la riqueza de especies (S), el índice de Shannon – Wiener (H(s)) y el Índice de equitatividad (E) para cada muestra analizada.

Tabla I: Comparación de índices de diversidad entre las muestras analizadas					
Muestra	S	H (s)	H <sub>máx</sub>	H <sub>máx</sub> - H(s)	E
PNP1A	32	1,547	3,47	1,92	0,447
PNP3A	34	1,594	3,53	1,93	0,452
PNP4A	36	1,669	3,58	1,91	0,466
PNP6A	32	1,508	3,47	1,96	0,435
PNP3B	17	1,750	2,83	<b>1,08</b>	<b>0,618</b>
PNP3C	42	1,610	3,74	2,13	0,431
PNP4C	33	1,374	3,50	2,12	0,393

Como se observa en la tabla, la muestra que presenta la mayor riqueza específica es la PNP3C, y la que presenta la menor riqueza es la PNP3B.

En cuanto al índice de Shannon – Wiener, se observa que la muestra que se acerca más al ‘H máx.’ es la PNP3B, siguiéndole luego las muestras del nivel A, y por último las del nivel C.

Lo mismo ocurre con el índice de equitatividad. El valor que más se acerca a 1 es el de la muestra PNP3B, siguiéndole luego las muestras del nivel A, y por último las muestras del nivel C.

La Tabla II contiene los valores de “Chao 1” de cada muestra y en la Tabla III los valores de “Chao 2” para la comparación entre muestras.

<b>Tabla II: Comparación entre Riqueza y el índice de Chao 1 de cada muestra</b>							
<b>Muestra</b>	<b>PNP1A</b>	<b>PNP3A</b>	<b>PNP4A</b>	<b>PNP6A</b>	<b>PNP3B</b>	<b>PNP3C</b>	<b>PNP4C</b>
<b>Riqueza de especies (S)</b>	32	34	36	32	17	42	33
<b>Índice de Chao 1</b>	50	38	62	50	72	53	46
<b>Chao 1 – S</b>	18	4	26	18	55	11	13

Como se puede observar en el cuadro, la diferencia más grande entre la riqueza de especies de la muestra y el número de especies esperado según el índice de Chao I, la encontramos en la muestra PNP3B. Asimismo, la diferencia menor la vemos en la muestra PNP3A, en la que la riqueza de especies encontrada se acerca más a la riqueza de especies esperada.

<b>Tabla III: Comparación entre Riqueza de especies encontradas en el yacimiento y Chao 2</b>	
<b>Riqueza de taxones en Puerto Nueva Palmira</b>	<b>52</b>
<b>Índice de Chao 2</b>	<b>53,28</b>
<b>Diferencia</b>	<b>1, 28</b>

La Tabla III muestra que al tomar en cuenta el número total de taxones encontrado, considerando todas las muestras analizadas, el número esperado de taxones según el índice de Chao2 es cercano a 53 por lo que, según este índice, restaría hallar un solo taxón.

En la Figura 2 se observan los gráficos de rarefacción obtenidos para cada muestra. Como se aprecia, todos los gráficos son similares, siendo las curvas de las muestras PNP3A y PNP6A las que más tienden a estabilizarse en una meseta; por otro lado, la curva que representa a la muestra PNP3B es la que menos tiende a estabilizarse. En la Figura 3 se muestra el mismo índice de rarefacción pero aplicado a todos los ejemplares de las muestras sumados (Apéndice 2). Como se puede apreciar, la curva claramente tiende a estabilizarse en una meseta.

Para complementar la comparación de las muestras, se utilizaron gráficos de área. Este tipo de gráfico permite visualizar variaciones de composición taxonómica en las diferentes muestras. Se eligieron dos tipos de gráficos, uno basado en el número de ejemplares de cada taxón en la muestra, y el otro en base a los porcentajes de los taxones por muestra. En las Figuras 4 y 5 se observan los gráficos de área comparando las diferentes muestras de cada nivel horizontal: nivel A (Figura 4), y nivel C (Figura 5). El nivel B no se compara ya que contiene solamente una muestra.

En las figuras se muestra que las especies mejor representadas tanto en el nivel A como en el nivel C son: *Ostrea equestris*, *Mactra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliana*. Se observa también en ambos niveles que hay una variación significativa en cuanto al número de ejemplares obtenidos (Figuras 4.a y 5.a) pero que la proporción de cada taxón es similar en las muestras comparadas en un mismo nivel (Figuras 4.b y 5.b). Sin embargo, en las muestras del nivel A, se observa que mientras *Mactra isabelleana* va disminuyendo su proporción desde la muestra del sitio 1 hacia el 6, *Anomalocardia brasiliana* va aumentando su proporción en las muestras.

En la Figuras 6 y 7 se grafican las variaciones de las muestras ubicadas en el mismo sitio en la lateral, pero a diferentes niveles de acumulación. En la Figura 6 (a y b) se comparara del sitio 3 (PNP3A, PNP3B y PNP3B) y en la Figura 7 (a y b) se comparan las muestras del sitio 4 (PNP4A y PNP4C). Se muestra en estas figuras que las especies mejor representadas siguen siendo las mismas tres: *Ostrea equestris*, *Mactra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliana*. En este caso se observa también la diferencia en cuanto al número de ejemplares contados (Figuras 6.a y 7.a), asimismo se aprecia que la proporción de algunos taxones varía en las diferentes muestras (Figuras 6.b y 7.b). En las muestras del sitio 3 la proporción de la especie *Anomalocardia brasiliana* va disminuyendo hacia el nivel C. La proporción de *Mactra isabellena* aumenta en el nivel B, al contrario de lo que sucede con *Ostrea equestris* que disminuye en este nivel. En las muestras del nivel sitio 4, por otro lado, *Anomalocardia brasiliana* disminuye significativamente su proporción hacia el nivel C mientras que *Mactra isabellena* en forma similar.

## Agrupamiento

En la Figura 8 se observa el dendrograma en el cual se agrupan las diferentes muestras analizadas según el índice de Dice.

En el mismo se observan claramente 2 grupos:

- Grupo 1: Integrado por la mayor parte de las muestras, se divide en dos subgrupos:
  - Subgrupo 1a: Integrado por las muestras PNP3C y PNP4C
  - Subgrupo 1b: Integrado por las muestras PNP4A, PNP1A, PNP6A y PNP3A; quedando más externa la muestra PNP3A con respecto a las otras.
- Grupo 2: Integrado exclusivamente por la muestra PNP3B

En la Figura 9 observamos el agrupamiento según el índice de Raup – Crick.

En este, vemos que también se agrupan en dos grandes grupos:

- Grupo 1: integrado por las muestras PNP3C y PNP4C.
- Grupo 2: agrupa al resto de las muestras en 2 subgrupos:
  - Subgrupo 2a: en donde se agrupan PNP3B y PNP4A por un lado y PNP1A y PNP6A por el otro.
  - Subgrupo 2b: PNP3A.

En la Figura 10, Figura 11 y Figura 12 se observan los dendrogramas de asociación que agrupa a los taxones presentes en las muestras analizadas.

En la Figura 10 se muestra el dendrograma según el índice de Dice. En éste, se observa que en primera instancia separa 2 grupos principales:

- **Grupo 1**: Que agrupa solamente 3 taxones: *Finella dubia*, *Plicatula gibbosa* y *Turbonilla multicostata*.
- **Grupo 2**: Que contiene el resto de taxones de las muestras. Como se puede apreciar, a su vez se organiza en 2 subgrupos:
  - Subgrupo 2a: agrupa a la gran mayoría de los taxones, por lo que podemos nuevamente separarlo en 3 grupos:
    - grupo 2ai: con 25 taxones relacionados.

- grupo 2a: con 7 taxones (casi totalmente integrado por taxones hallados por primera vez para el yacimiento).
- grupo 2b: Con 5 taxones (todo este grupo conformado por taxones encontrados por primera vez para este yacimiento).
- Subgrupo 2b: en el cual se agrupan 5 taxones: *Parvanachis* sp., *Siphonaria lessoni*, *Limaria* sp., *Epitonium* sp. y *Laevicardium* sp.

La Figura 11 representa en este caso el mismo dendrograma anterior (según el coeficiente de similitud de Dice) pero, en este caso, aparecen señalados los diferentes hábitos de vida de los individuos pertenecientes a los taxones hallados (datos extraídos de Ríos, 1994 y 2009; Scarabino *et.al.*, 2006; Mikkelsen & Bieler, 2008 y Huber, 2010). Se puede observar que si bien no hay una relación evidente se pueden encontrar algunos grupos relacionados.

En la Figura 12 por otro lado, vemos el dendrograma que arroja el análisis de los taxones según el coeficiente de Raup – Crick. Como se observa, algunas de las relaciones de similitud no se llegan a definir.

Se pueden apreciar dos grupos claros:

- **Grupo 1:** No se llega a definir gran parte de las relaciones de similitud entre los taxones. Se observa que en este grupo aparecen varios de los taxones mayormente representados en las muestras como *Mactra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliana*, así como *Heleobia* sp., *Bittium varium* y *Tagelus plebeius*. Se observa, también, un grupo definido integrado por 5 taxones, ninguno de los mencionados anteriormente.
- **Grupo 2:** En este grupo aparecen el resto de los taxones presentes en las muestras. Se observan 3 sub – grupos (algunos de estos grupos no están definidos en el dendrograma):
  - Subgrupo 2a: integrado por siete taxones, los cuales no llegan a definir una relación con el resto del grupo: *Ostrea equestris*, *Lunarca ovalis*, *Pitar rostratus*, *Buccinanops globulosus*, *Brachidontes* sp., *Macoma constricta* y *Corbula caribaea*.

- Subgrupo 2b: Integrado por 9 taxones, 7 de los cuales son taxones que se encuentran por primera vez para este yacimiento.
- Subgrupo 2c: integrado por 24 taxones, separados a su vez en tres grupos:
  - grupo 2ci: integrado por 10 taxones, entre ellos *Barnea lamellosa* y *Chaetopleura* sp.
  - grupo 2cii: formado por 5 taxones, 4 de los cuales aparecen también por primera vez en el yacimiento.
  - grupo 2ciii: conformado por los restantes 9 taxones, entre ellos *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis.*, *Epitonium* sp. y *Laevicardium* sp.

### NMDS

Cuando aplicamos un índice que toma en cuenta la abundancia de cada taxón (Bray -Curtis), obtenemos en este caso un gráfico multidimensional (no - métrico) en el cual se observan tendencias y agrupamientos según las distancias dadas por este índice.

En la Figura 13 se observa el agrupamiento de todas las muestras analizadas. Como se puede apreciar, la muestra PNP3B es la que queda más alejada del resto. Asimismo, se agrupan en la parte superior del gráfico, las muestras del nivel A, y hacia la porción más baja del gráfico quedan agrupadas las muestras del nivel C.

Cuando se analiza el gráfico usando este mismo análisis multidimensional, pero en este caso tomando en cuenta los agrupamientos de taxones (Figura 14) se puede apreciar que la mayor parte de los taxones quedan en la parte central del gráfico (de color azul), pero algunas especies se alejan de esta organización (taxones marcados con color rojo y negro).

## DISCUSIÓN

---

### Composición taxonómica.

Tras el análisis completo de las muestras: se registraron 52 taxones de moluscos, superándose significativamente los reportados en la literatura para este depósito (ver Apéndice I). En Martínez *et.al.* (2001) se reportaron 18 taxones mientras que en Rojas (2007) se reportaron un total de 31.

Así, en este trabajo, 23 taxones son citados por primera vez para este depósito (Láminas III, IV y V): *Odostomia* sp., *Nassarius* sp. (ambos géneros son citados por primera vez para el cuaternario uruguayo), *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis.*, *Bittium varium*, *Fellaniela* cf. *F. vilardeboana*, *Barnea lamellosa* y *Turbonilla multicosata* (citados por primera vez para el Pleistoceno), *Donax* sp., *Sphenia fragilis*, *Costoanachis sertulariarum*, *Iselica anomala*, *Boonea* cf. *B. jadisi*, *Parvanachis* sp., *Laevicardium* sp., *Trachycardium muricatum*, *Limaria* sp., *Littoraria flava*, *Tegula patagonica*, *Turbonilla* sp., *Epitonium* sp., *Crepidula plana* y *Crepidula protea* (encontrados por primera vez para este yacimiento, habiendo sido citados ya para el pleistoceno). También se encuentra por primera vez para este yacimiento el género *Chaetopleura*, llegándose en algunos ejemplares a determinar la especie *Chaetopleura* cf. *C. isabellei*.

Algunos ejemplares citados por Rojas (2007) fueron revisados ya que no se encontraron en este trabajo. Así, se constató que *Cyrtopleura* sp. es en realidad *Barnea lamellosa*, mientras que *Crassostrea* sp. se determinó como *Ostrea equestris*. Por otro lado, el ejemplar determinado como *Olivella* sp. deja dudas por lo que se depone su determinación como *Gastropoda* indet. Así, todos los taxones encontrados por Rojas (2007) aparecen también en este nuevo muestreo.

Los taxones encontrados por Martínez *et.al.* (2001), también aparecen en su totalidad en este nuevo muestreo. Incluso el ejemplar determinado como *Crepidula* sp. fue vuelto a revisar y se determinó que es *Bostrycapulus odites*.

También se compararon los resultados obtenidos en este trabajo con los taxones encontrados por los diferentes autores que estudiaron en el pasado este

yacimiento. Frenguelli (1930) ya había citado con anterioridad a *Bittium varium*. Esta especie es la única entre los taxones encontrados que aparece referenciado en alguno de los trabajos sobre el depósito. Cabe destacar que al no haber un registro de los ejemplares analizados u observados por los diversos autores, quedan dudas sobre la identificación de los ejemplares.

Las especies citadas por Frenguelli (1930), Tessiere (1930), Roselli (1939) o Kraglievich (1928) son semejantes entre sí, si no tomamos en cuenta los errores o cambios de nomenclatura. Algunas de los taxones que aparecen citados frecuentemente son: *Mactra isabelleana*, *Ostrea equestris*, *Anomalocardia brasiliiana*, *Buccinanops* sp y, *Stramonita haemastoma*.

Se revisó asimismo el trabajo final de pasaje de curso, no publicado, de Mora (1979) y, de la misma forma, ninguno de los ejemplares que se encuentran por primera vez en este trabajo son nombrados por la autora. Sin embargo, en este trabajo se nombra al género *Chlamys*, taxón que no fue encontrado en los posteriores estudios (incluyendo este). Nuevamente se enfatiza en el hecho de no contar con el material con el fin de comprobar su correcta identificación.

Como se observa en los gráficos de abundancia de cada muestra (Gráfico I – VII), los taxones más abundantes encontrados para el depósito son *Ostrea equestris*, *Mactra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliiana*. Entre estos tres taxones, vemos representado el 85,11% de los ejemplares totales de las muestras analizadas. Después de estos tres taxones aparecen *Bostrycapulus odites* y *Pitar rostratus* pero representados en menor medida con alrededor de 3% del total de ejemplares encontrados (cada uno), siendo mucho menor al de los tres taxones más abundantes.

#### Diversidad de las muestras.

El índice de Shannon – Wiener, que toma en cuenta la abundancia relativa de las especies en una muestra, indica que son muestras medianamente diversas. La muestra más diversa sería PNP3B, mientras que las menos diversas son PNP3C y PNP4C. La muestra PNP3B es la que posee menor cantidad de especies; además

aparecen pocos ejemplares para cada taxón, lo que explica que sea la muestra más diversa según este índice. Si tomásemos solamente en cuenta la riqueza de especies, PNP3B sería la muestra menos diversa y la más diversa sería la muestra PNP3C, aquella que según el índice de Shannon y el de equitatividad sería una de las menos diversas.

Según el índice de equitatividad, la muestra mejor distribuida sería la PNP3B y la peor distribuida sería la PNP4C. Cabe recordar que la muestra PNP3B, al ser de tamaño significativamente más pequeño, es menos comparable que el resto de las muestras.

### Efectividad del muestreo

La rarefacción calcula si el muestreo fue eficaz o si por el contrario se debería haber realizado un muestreo más exhaustivo. De la Figura 2 se desprende que el mejor muestreo según este índice se realizó en las muestras PNP3A y PNP6A. El muestreo peor representado según este índice, y como cabría esperar por los resultados obtenidos fue el de PNP3B; como se observa, la gráfica sigue una curva ascendente y no llega a una meseta. Esto estaría relacionado con el volumen menor de la muestra PNP3B en relación con el resto de las muestras.

Cuando se toma en cuenta el número de Chao 1, se ven algunos datos similares. Como se aprecia en la tabla II, cuanto más baja es la diferencia entre el índice de Chao 1 y el número de taxones encontrados para cada muestra, más efectivo fue el muestreo. Claramente se ve que la muestra PNP3A es la que, según este número, ha sido mejor muestreada; esto coincide con lo observado en las curvas de rarefacción. Por otro lado, la muestra PNP3B es la que presenta una diferencia mayor entre el Chao 1 calculado y número de taxones encontrados. Como ya se ha dicho, la muestra PNP3B es de un tamaño significativamente menor que el de las otras estudiadas, además de que el material a analizar se encontraba muy consolidado, no pudiéndose estudiar muchos de los ejemplares con los que contaba. Este resultado estaría dentro de lo esperado, ya que muchos de los taxones encontrados estuvieron representados por un solo individuo, hecho que se utiliza para calcular el número de Chao 1.

En base a la curva de rarefacción aplicada a la totalidad de ejemplares sumados de todas las muestras, se observa claramente en este caso, que la curva tiende a estabilizarse. Lo que estaría implicando esto es que el muestreo total del yacimiento fue efectivo. Este dato está sustentado, a su vez, por el número de Chao 2. El número de taxones esperados para nuestros datos según este índice, es de 53,28, mientras que los encontrados son 52. Esto significa que el aumento de número de ejemplares muestreados, no aumentaría significativamente el número de taxones encontrados.

### Distribución de los taxones en el yacimiento

#### **Distribución dentro de cada nivel de acumulación.**

- **Nivel A**

Como ya se ha comentado, el nivel A es el mejor representado ya que se estudiaron 4 muestras diferentes de este nivel. Cuando se observa la Figura 4 claramente se evidencia la diferencia en la cantidad de ejemplares para cada muestra. Con conteos similares las muestras PNP1A y la PNP4A por un lado, con alrededor de 2000 ejemplares contados, contra alrededor de 3500 ejemplares en las muestras PNP3A y PNP6A. El número de taxones encontrados en cada muestra es similar, variando de 32 a 36, dato significativo a vistas de la diferencia en cuanto al número de ejemplares encontrados para cada una. La muestra que presenta el número más alto de taxones es la PNP4A, una de las que presenta un conteo de ejemplares menor. Esto nos estaría sugiriendo que en estas muestras, la riqueza específica no variaría proporcionalmente al número de ejemplares encontrados. En todas las muestras de este nivel, el taxón mejor representado es el de *Ostrea equestris*. El segundo taxón mejor representado, en las muestras PNP3A, PNP4A y PNP6A es *Anomalocardia brasiliana*, seguidas en todos los casos por *Mactra isabelleana*; en la muestra PNP1A este orden se invierte. De esta forma se puede apreciar que la abundancia de *Anomalocardia brasiliana* va aumentando desde el sitio 1 al sitio 6 mientras que la abundancia de *Mactra isabelleana* por el contrario va disminuyendo. La abundancia de *Ostrea equestris* se mantiene relativamente estable en todas las muestras. La litología y características tafonómicas del material analizado son similares, la variación en la abundancia de los

taxones puede ser explicada por eventos de transporte y depositación. Como también se aprecia en el gráfico, los taxones mejor representados son similares en las muestras, siendo *Bostrycapulus odites*, *Pitar rostratus* y *Tagelus plebeius* los siguientes más abundantes.

Del total de taxones que aparecen en las muestras de este nivel, algo más del 70% de los taxones son compartidos entre las muestras. De los nuevos taxones hallados para este yacimiento, existen algunos que aparecen en todas las muestras de este nivel como: *Bittium varium*, *Donax* sp., *Barnea lamellosa* y el género *Chaetopleura*. Mientras que otros aparecen en la mayoría de las muestras como: *Iselica anomala* (aparece en todas menos en PNP3A), *Odostomia* sp., *Cerithiopsis* sp., *Limaria* sp. y *Felaniella vilardeboana*. Del total de taxones encontrados en este trabajo, se identifican varios taxones que solamente aparecen en las muestras de este nivel: *Bushia rushii*, *Gouldia cerina* y *Plicatula gibbosa*, *Laevicardium* sp., *Epitonium* sp. y *Turbonilla multicosata*. Los últimos tres taxones están entre los registrados por primera vez para el depósito.

Así, se podría concluir que las muestras del nivel A son similares en cuanto a su composición taxonómica. En cuanto a la abundancia de los principales taxones, se aprecia que si bien en algunos casos fluctúan como se describió, por lo general no se evidencian grandes cambios.

- **Nivel C.**

Este nivel está representado por dos muestras: PNP3C y PNP4C. Se aprecia nuevamente la variación en cuanto al número total de ejemplares estudiados, siendo de alrededor de 3800 en el caso de la muestra PNP3C y sensiblemente menor la de la muestra PNP4C con alrededor de 2600 ejemplares contados. En la Figura 5.b se observa la distribución proporcional de cada taxón en las muestras del nivel; como se puede apreciar, se mantienen considerablemente las proporciones de cada taxón en ambas muestras. La muestra PNP3C presenta una riqueza específica de 42 siendo la de la muestra PNP4C de 33; a partir de estos resultados, a diferencia de lo que se observó que sucedía con las muestras del nivel A, se podría inferir que el número de ejemplares analizados ha influido en el total de taxones encontrados. Si analizamos la variabilidad

taxonómica de cada muestra, en este caso, continúa siendo *Ostrea equestris* la especie mayormente representada, contando con alrededor de 50% de los ejemplares de cada muestra. Le sigue la especie *Mactra isabelleana* con alrededor de un 30% de los ejemplares contados, siendo un poco más abundantes en la muestra PNP3C. Estos dos taxones dominan las muestras, difiriendo de lo visto para el nivel A, donde *Anomalocardia brasiliana* aparecía también muy bien representada. En este caso aparece *A. brasiliana*, pero en menor proporción que la especie *Bostrycapulus odites* y en porcentajes muy similares a los alcanzados por *Pitar rostratus*. Cabe destacar que la especie *Tagelus plebeius* se encuentra mucho menos representada en este nivel, quedando por debajo de las especies *Bittium varium*, *Corbula caribaea* y *Chione subrostrata*. De los nuevos taxones encontrados para el depósito, la mayoría son encontrados en el nivel C. Algunos de éstos son encontrados en ambas muestras como: *Bittium varium*, *Donax* sp., *Odostomia* sp., *Iselica anomala*, *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis*, *Costoanachis sertulariarum*, *Chaetopleura* sp., *Littoraria flava*, *Trachycardium muricatum*, *Turbonilla* sp., *Crepidula plana* y *Tegula patagonica*. Las últimas 4, además, tienen la particularidad de no aparecer en las muestras de otros niveles, siendo solamente encontradas en éste. Otras de las especies que aparecen en este nivel y están ausentes en otros son *Lottia subrugosa* y *Crepidula protea* (esta especie aparece exclusivamente en la muestra PNP3C).

De este análisis se desprende que en cuanto a la composición taxonómica, las muestras del nivel C presentan una clara similitud entre ellas. Esta similitud se evidencia a través de la presencia de los taxones más abundantes, que aparecen en proporciones similares, y también en relación a aquellos taxones poco representados.

De los 23 taxones registrados por primera vez en este yacimiento, 2 aparecen en todas las muestras tanto del nivel A como del nivel C (*Bittium varium* y *Donax* sp.) mientras que 8 de éstos aparecen solamente en uno de estos niveles (3 nuevos taxones en el nivel A, 5 nuevos taxones en el nivel C). Los otros 13 taxones son compartidos tanto por un nivel como por el otro aunque no aparecen en todas las muestras analizadas.

Tras el análisis se pudo apreciar que las muestras comparadas en la horizontal, no presentan gran variación entre sí (tanto si hablamos del nivel A como del nivel C) ya que se observa una distribución relativamente uniforme de los taxones en cuanto a su presencia y ausencia y en cuanto a la proporción en la que aparecen en cada muestra.

### **Distribución entre niveles de acumulación.**

- **Sitio 3**

Al comparar las muestras del sitio 3 en los diferentes niveles, lo más evidente es la variación en cuanto al número de ejemplares; la muestra PNP3B tiene un conteo de alrededor de 100 ejemplares, contra aproximadamente 3500 ejemplares en las muestras PNP3A y PNP3C. Esta gran diferencia, se debe una vez más a las particularidades de la muestra PNP3B (volumen mucho menor al resto de las muestras analizadas), lo que seguramente esté afectando la comparación. Al haber una diferencia tan evidente en cuanto a la cantidad de ejemplares, el gráfico que muestra la distribución teniendo en cuenta los porcentajes de cada especie es particularmente útil. Junto con el número de ejemplares, la riqueza de especies también se ve afectada, siendo de 17 en la muestra PNP3B y de 34 y 42 en las muestras PNP3A y PNP3C respectivamente. Como se puede apreciar, para las muestras PNP3A y PNP3C, la especie más abundante es *Ostrea equestris*. En el caso de la muestra PNP3A, la segunda especie más abundante es *Anomalocardia brasiliana* y en tercer lugar *Mactra isabellena*. Para la muestra PNP3C, la segunda especie más abundante es *Mactra isabellena* mientras que *Anomalocardia brasiliana* aparece en menor proporción, siendo incluso más abundante la especie *Bostrycapulus odites*. Para la muestra PNP3B la especie más abundante, con alrededor del 40% de los ejemplares encontrados es *Mactra isabelleana*. Le siguen en abundancias similares las especies *Ostrea equestris* y *Anomalocardia brasiliana*. De las especies encontradas por primera vez para este depósito, la muestra PNP3B presenta 2: *Bittium varium* e *Iselica anomala*. Por su parte la muestra PNP3A presenta 6 de los nuevos taxones encontrados por primera vez, y por último, la muestra PNP3C presenta 20 de los 23 nuevos taxones encontrados en

este estudio. En esta comparación queda claro que el nivel que presenta más diversidad taxonómica es el nivel C.

- **Sitio 4.**

En este caso la cantidad de ejemplares contados no varía significativamente, siendo de aproximadamente 2200 ejemplares en la muestra PNP4A y de alrededor de 2600 en la muestra PNP4C. En cuanto a la riqueza específica, la de la muestra PNP4A es 36, mientras que la de la muestra PNP4C es levemente inferior con 33 taxones. Es importante la presencia de *Ostrea equestris* representando alrededor del 50% de los ejemplares de ambas muestras. En segundo lugar aparece *Anomalocardia brasiliana* para la muestra PNP4A y *Macra isabelleana* para la muestra PNP4C. En ambas muestras, las especies mejor representadas son, además de estas tres: *Bostycapulus odites* (más importante en PNP4C que en PNP4A), *Pitar rostratus* y *Tagelus plebeius*. Se puede observar que, en general, la abundancia de cada taxón varía significativamente entre las dos muestras. En cuanto a las especies nuevas encontradas en cada muestra, vemos que en la muestra PNP4A aparecen 11 taxones nuevos, contra 12 que aparecen en la muestra PNP4C. Cabe destacar que de éstos, solamente 5 son compartidos por ambos. Si tomamos en cuenta las diferencias taxonómicas existentes entre ambas muestras, ésta es grande, ya que del total de taxones que aparecen entre ambas muestras, más del 40% no se comparten; podríamos decir que a pesar de la similitud en cuanto al tamaño y configuración de la muestra, a nivel taxonómico son muy diferentes.

Según lo analizado en la comparación en la vertical de las muestras analizadas, se puede concluir que se observan mayores diferencias en cuanto a composición y distribución de los taxones de la que se observaba en la comparación de las muestras en la horizontal. Se debe subrayar, sin embargo, que la presencia de la muestra PNP3B, de volumen considerablemente menor al resto de las muestras, podría estar afectando la globalidad de la comparación. Entonces, si bien se evidencian cambios en la vertical, en cuanto a distribución de los taxones en la muestra, en la comparación general, las especies más abundantes se mantienen en todas las muestras sin importar su

localización en el depósito. Las diferencias son puntuales, siendo cambios menos significativos en el total de ejemplares muestreados.

### Agrupamiento de las muestras

Comparando la distribución de las muestras según el coeficiente de similitud de Dice y según el coeficiente de Raup – Crick, se observa que claramente hay un agrupamiento de las muestras del mismo nivel de muestreo (en la horizontal).

En el análisis utilizando el índice de Dice, se separan en tres grupos claros, quedando la muestra del nivel B externamente, mientras que luego se agrupan las muestras del nivel A por un lado y las del nivel C por el otro. Esto nos estaría diciendo que el grupo más diferente es el B, hecho que ya se observó en el estudio taxonómico. En cuanto a las muestras de nivel A y C, estarían más emparentadas, pero igualmente se separan en dos grupos claros, lo que estaría indicando cierta identidad de los diferentes niveles muestreados.

En el dendrograma que muestra la distribución utilizando el índice de Raup – Crick, a pesar de que se aprecia también una separación siguiendo los niveles de muestreo, se observa que la muestra del nivel B quedaría asociada con las muestras del nivel A.

En el caso de la distribución de las muestras según el coeficiente de Bray – Curtis, se tiene en cuenta la abundancia de cada taxón estudiado. Como claramente se nota, la muestra del nivel B queda nuevamente aislada hacia la derecha del gráfico, mientras que las muestras del nivel A se agrupan hacia el sector superior izquierdo y las del nivel C hacia la parte inferior izquierda.

Esto estaría indicando la tendencia del agrupamiento de las muestras según los niveles analizados (A, B y C) tanto considerando los índices de presencia y ausencia como los que consideran también la abundancia.

## Agrupamiento de los taxones

Lo que se desprende del análisis de ambos gráficos, es que la distribución no sigue un patrón claro, por ejemplo, según los hábitos de vida de los organismos. Esto es esperable ya que el depósito analizado es la consecuencia de múltiples eventos de depositación en un ambiente de alta energía. Esto lo vemos sustentado también en el tipo de sedimento, en el material fragmentado y en el desgaste que han sufrido las conchillas.

Si se observa el dendrograma que agrupa a los taxones según el coeficiente de similitud de Dice, pero en este caso se analiza a los ejemplares según su hábito de vida (Figura 11) se aprecia que si bien no hay una relación evidente, se pueden encontrar algunos grupos relacionados. Por ejemplo, en el subgrupo 2aii encontramos mayormente taxones de gasterópodos asociados a fondos duros: *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis*, *Littoraria flava*, *Crepidula plana*, *Tegula patagonica* y *Lottia subrugosa*. Mientras que en el gran subgrupo 2ai se reúnen la gran mayoría de los bivalvos infaunales: *Anomalocardia brasiliana*, *Corbula caribaea*, *Macoma constricta*, *Mactra isabelleana*, *Chione subrostrata*, *Pitar rostratus*, *Tagelus plebeius*, *Phlyctiderma semiaspera*, *Donax* sp., *Erodona mactroides*, *Tellina gibber*, *Nucula semiornata*, *Bushia rushii* y *Gouldia cerina*.

Al analizar el gráfico multidimensional que agrupa los taxones según el índice de Bray – Curtis, se observa que el ‘stress’ obtenido en este gráfico es alto, y podría estar hablando de poca confiabilidad, sin embargo, se pueden realizar varias observaciones que aportan al estudio realizado. Se observa que a la izquierda del gráfico se agrupan las tres especies más representativas del muestreo: *Ostrea equestris*, *Mactra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliana*. Hacia la derecha del gráfico se van agrupando otros taxones, pero siguiendo la misma tendencia, cuanto más cerca del eje de “Coordenada 2”, más representativo es el taxón en el muestreo general. Así, el eje denominado “Coordenada 1” estaría teniendo en cuenta la abundancia de cada taxón. El mayor grupo de taxones, se organiza en el centro del gráfico, siendo éstos, los medianamente representados en cuanto a su abundancia (en color azul). Algunos taxones se alejan de ese agrupamiento central, y éstos coinciden con los taxones muy

poco representados en el muestreo (color negro); son los taxones que aparecen en una sola muestra, con un solo ejemplar. Asimismo, estos taxones únicos se van ordenando según su presencia en una u otra muestra y aparecen distribuidos en diferentes regiones del gráfico. Por ejemplo, *Finella dubia* y *Turbonilla multcostata* aparecen exclusivamente en una muestra, la primera aparece en la muestra PNP1A y la segunda en la muestra PNP3A. Sin embargo las vemos vinculadas y asociadas a *Plicatula gibbosa*. Esto se podría explicar ya que ésta especie se encuentra presente solamente en dos muestras PNP1A y PNP3A. Así, vemos que el gráfico está considerando, además de la abundancia, la presencia de los ejemplares en una o varias muestras y las relaciones que se establecen entre sí. Entonces, la variación en la coordenada 2 tendría relación con la presencia de los ejemplares en las diferentes muestras analizadas.

### Paleoambientes.

#### **Temperatura**

De los 23 nuevos taxones encontrados para este yacimiento, varios presentan una distribución geográfica diferente a la actual. Estos taxones son: *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis* (su distribución actual llega hasta Río Grande del Sur, Brasil), *Laevicardium* sp. (la distribución actual del género va hasta Santa Catarina, Brasil), *Limaria* sp. (la distribución del género alcanza hasta Santa Catarina, Brasil) *Bittium varium* y *Littoraria flava* (la distribución de ambas especies actualmente llega hasta Río Grande del Sur) (Ríos, 1994 y 2009; Scarabino *et.al.*, 2006; Rosenberg, 2009). Todos ellos presentan en la actualidad una distribución más al norte, en aguas brasileñas y no se registran en nuestro país. Estos taxones, son nombrados por Martínez *et.al.* (2001) y Rojas (2007) para el Cuaternario marino del Uruguay como moluscos de aguas cálidas. Además de éstos, también fueron encontrados en este relevamiento *Macoma constricta*, *Gouldia cerina*, *Anomalocardia brasiliiana* y *Chione subrostrata*; especies previamente citados para el Puerto de Nueva Palmira que también habitan en aguas cálidas. Por ende, el presente trabajo reafirma las inferencias de aguas de temperaturas más cálidas que las actuales, tal como fue propuesto por Martínez y Rojas.

## Salinidad

Los nuevos datos aportados por este trabajo concuerdan con lo observado previamente por Martínez *et.al.* (2001) y Rojas (2007). Todos los nuevos taxones encontrados son de ambiente marino (Abbott y Morris, 1995; Amaral *et al.*, 2006; Scarabino *et.al.*, 2006; Mikkelsen & Bieler, 2008 y Huber, 2010) como por ejemplo *Trachycardium muricatum*, *Costoanachis sertulariarum*, *Nassarius* sp. *Limaria* sp., *Tegula patagonica*, a los cuales actualmente se los encuentra en nuestro país, en costas atlánticas como las de Rocha y Maldonado (Scarabino *et.al.*, 2006). Estos datos son relevantes ya que muestran la existencia de diferentes condiciones en el Pleistoceno uruguayo, ya que en el presente en el departamento de Colonia, se encuentran viviendo exclusivamente especies de agua dulce.

## CONCLUSIONES

---

- Se registraron 52 taxones de moluscos, superándose significativamente los reportados en la literatura para este depósito.
- De los taxones hallados, 23 son citados por primera vez para este depósito duplicando, prácticamente, el número hallado previamente: *Odostomia* sp., *Nassarius* sp. (citadas por primera vez para el cuaternario uruguayo) *Cerithiopsis* aff. *C. fusiformis.*, *Bittium varium*, *Fellaniela* cf. *F. vilardeboana*, *Barnea lamellosa* y *Turbonilla multcostata* (citadas por primera vez para el Pleistoceno uruguayo), *Donax* sp., *Sphenia fragilis*, *Costoanachis sertulariarum*, *Iselica anomala*, *Boonea* cf. *B. jadisii*, *Parvanachis* sp., *Laevicardium* sp., *Trachycardium muricatum*, *Limaria* sp., *Littoraria flava*, *Tegula patagonica* y *Turbonilla* sp., *Epitonium* sp., *Crepidula plana* y *Crepidula protea* y *Chaetopleura* sp (algunas determinadas como *Chaetoplaura* cf. *C isabellei*).
- Según los diferentes análisis de rarefacción y cálculo de los números de Chao 1 y Chao 2, se determinó que el muestreo realizado fue eficaz y sería representativo del depósito en general.
- Respecto a la composición taxonómica:
  - Todas las muestras analizadas presentan dos o tres especies dominantes, estando éstas, sin excepción entre: *Ostrea equestris*, *Maetra isabelleana* y *Anomalocardia brasiliana* (aunque a veces varía el orden).
  - Se observa una evidente similitud entre los taxones presentes en las muestras que se ubican en el mismo nivel en la horizontal, indicando cierta identidad en un mismo nivel de acumulación.
  - Al comparar la distribución de taxones entre los diferentes niveles en la vertical, los principales grupos dominantes no varían en relación a la globalidad del muestreo. Sin embargo, se encuentran mayores diferencias en la distribución taxonómica que la observada entre las muestras del mismo nivel horizontal.

- Teniendo en cuenta estos datos, el yacimiento puede tomarse como una unidad para futuras comparaciones ya que no presenta grandes variaciones en la globalidad del análisis realizado.
- En cuanto a la diversidad, la muestra más diversa y mejor distribuida sería PNP3B, mientras que las menos diversas son PNP3C y PNP4C. Las muestras del nivel A quedarían situadas en un intermedio, siendo medianamente diversas. Si tomásemos solamente en cuenta la riqueza de especies, la muestra más diversa sería la muestra PNP3C, y la menos diversa la PNP3B. La diferencia en los resultados podría deberse al tamaño de la muestra PNP3B, significativamente menor que el del resto de las muestras.
- Al estudiar la distribución de los taxones, los mismos no quedan ordenados siguiendo un patrón fácilmente determinable. Este hecho aporta para concluir que el depósito es el resultado de varios eventos de depositación, transporte y retrabajo de los ejemplares. Esto también estaría apoyado por las características tafonómicas del material analizado.
- Los nuevos taxones hallados indican temperaturas más altas que las actuales y condiciones marinas donde en el presente encontramos taxones dulceacuícolas o estuarinos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ABBOTT, T. R., MORRIS, P. A. 1995. Shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. Peterson field guides. Houghton Mifflin Company. Boston, New York. 350 pp.
- AMARAL, A. C. Z., RIZZO, A. E., ARRUDA, E. P. 2006. Manual de indentificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. Volumen 1. Editora da Universidade de São Pablo. San Pablo, Brasil. 288 pp.
- CHAO, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11:265-270.
- CHAO, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43:783-791.
- COLWELL, R.K., CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345:101-118.
- FIGUEIRAS, A. 1961. Contribución al conocimiento de la malacofauna holocena del Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 1: 15-21.
- FIGUEIRAS, A. 1962. Sobre nuevos hallazgos de moluscos subfósiles de la Transgresión Querandina. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 1: 53-68.
- FONTANA, M. A. 1927. Memoria de la excursión científica a Nueva Palmira. *Revista de la sociedad "Amigos de la arqueología"*, 4: 119–180.
- FRANCIS, J.C. 1975. Esquema bioestratigráfico regional de la República Oriental del Uruguay. *Actas I Congr. Arg. Paleont. Bioest.*, (Tucumán), 2: 539-568.
- FRENGUELLI, J. 1930. Apuntes de geología uruguaya. *Boletín del Instituto de geología y perforaciones*, 11: 1-47.
- HAMMER, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- HAMMER, Ø., Harper, D.A.T. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing.
- HUBER, M. 2010. *Compedium of Bivalves*. Conchbooks. Germany.

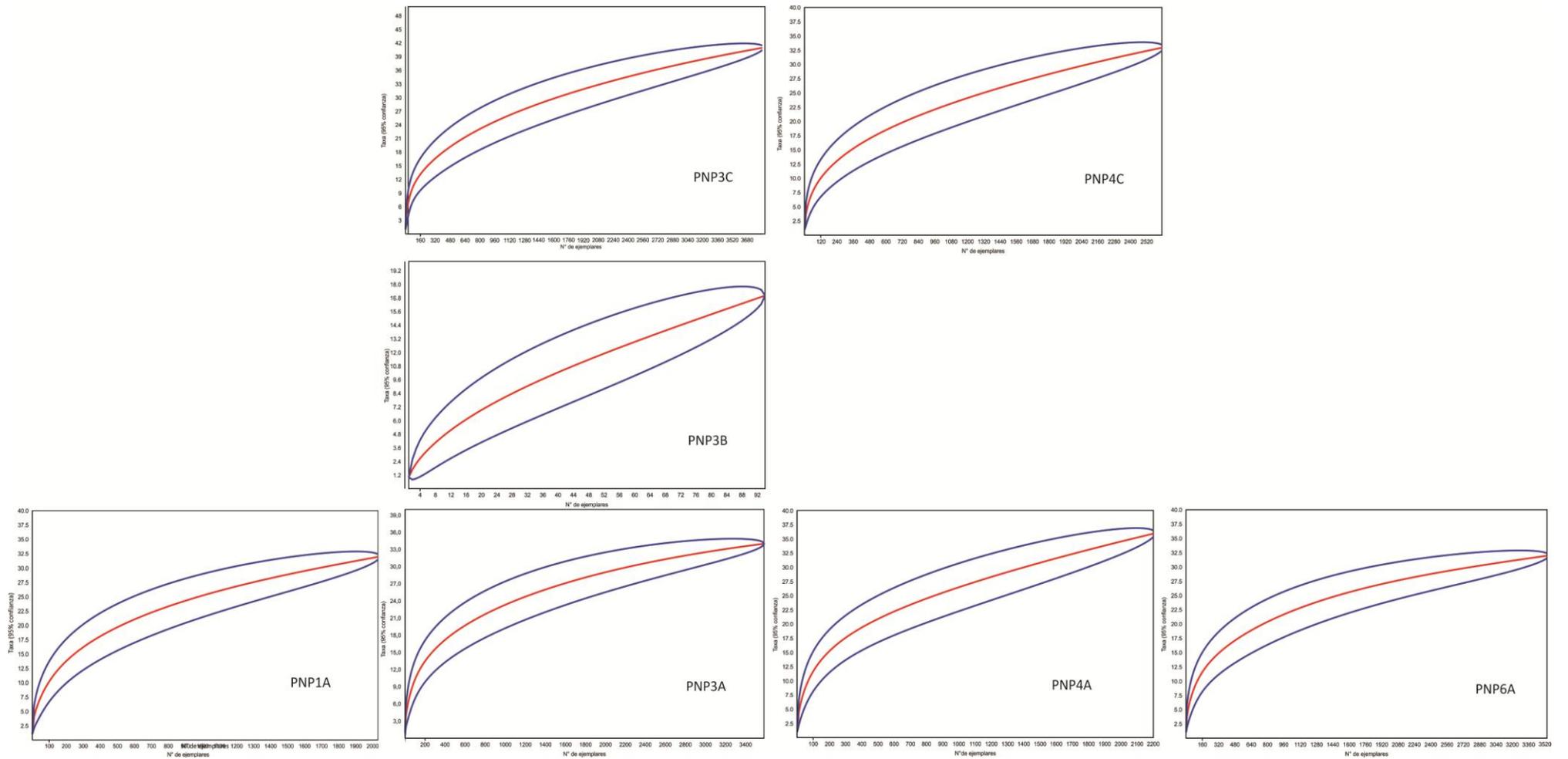
- IHERING, H. von. 1907. Les Mollusques fossiles du Tertiaire et du Cretacé Supérieur de l' Argentine. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 3: 611 pp.
- KRAGLIEVICH, L. 1928. Apuntes para la geología y paleontología de la República Oriental del Uruguay. Revista Amigos de la Arqueología, 2: 5-61
- LORENZO, N., VERDE, M. 2004. Estructuras de bioerosión en moluscos marinos de la formación villa soriano (pleistoceno tardío-holoceno) de Uruguay. Revista Brasileira de Paleontologia 7(3):319-328.
- MARTÍNEZ, S. 1983. Invertebrados fósiles holocenos del departamento de Rocha, Uruguay (Mollusca y Crustacea). Resúmenes y comunicaciones Jornadas de Ciencias Naturales, Montevideo, 3: 46-47.
- MARTÍNEZ, S.; ROJAS, A. 2013. Relative sea level during the Holocene in Uruguay. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, v.: 374, p.: 123 – 131.
- MARTÍNEZ, S., ROJAS, A., UBILLA, M., VERDE, M., PEREA, D., PIÑEIRO, G. 2006. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology, and paleoenvironmental signals. Ameghiniana, 43(2): 385-397.
- MARTÍNEZ, S., UBILLA, M. 2004. El Cuaternario en Uruguay. En Veroslavsky, G., Ubilla, M. & Martínez, S. (Eds.) Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico. 195-228. DIRAC, Montevideo.
- MARTÍNEZ, S., UBILLA, M., VERDE, M., PEREA, D., ROJAS, A., GUÉRÈQUÍZ, R., PIÑEIRO, G. 2001. Paleocology and Geochronology of Uruguayan Coastal Marine Pleistocene Deposits. Quaternary Research, 55: 246-254.
- MIKKELSEN, P. M., BIELER, R. 2008. Seashells of southern Florida: living marine mollusks of the Florida keys and adjacent regions. Bivalves. Princeton University Press. New Jersey.
- MORA, O. 1979. Contribución al conocimiento del yacimiento del neo – pleistoceno, ubicado en la Zona Franca del Puerto de Nueva Palmira, Departamento de Colonia. Trabajo de pasaje de curso. Curso de Paleontología. Montevideo (inédito).
- PARODIZ, J. J. 1955. Una nueva especie de *Triphora* del Uruguay (Moll. Prosobr.). Neotrópica, 1 (4): 59-60. La Plata.
- PARODIZ, J.J. 1962. Los moluscos marinos del pleistoceno rioplatense. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, 1 (2): 29-46.

- PEREA, D., UBILLA, M. 1981. Estudio preliminar de la ictiofauna fósil marina de las costas del departamento de Rocha, Uruguay. Resúmenes y comunicaciones Jornadas de Ciencias Naturales, Montevideo, 2: 25-26.
- PIÑEIRO, G., VERDE, M. 1999. Osteología y paleoecología de Sciaenidos (Teleostei, Perciformes) de la Formación Villa soriano (Holoceno) de Uruguay. Geociencias, 4(6): 19-27.
- PRECIOZZI, F., SPOTURNO, P., HEINZEN, W. ROSSI, P. 1985. Memoria explicativa de la caarta geológica del Uruguay a la escala 1:500.000. DINAMIGE. Montevideo.
- RÍOS, E. 1994. Seashells of Brazil. Editora da fundação Universidade do Río Grande. Río grande, Brasil. 492 pp.
- RIOS, E. 2009. Compendium of brazilian seashells. Editora Evangraf. Río Grande, Brasil. 668 pp.
- ROJAS, A. 2007. Moluscos de aguas cálidas del Cuaternario Marino del Uruguay. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Subárea Zoología. PEDECIBA, Udelar. 134 pp.
- ROJAS, A. 2010. Primeras edades obtenidas por datación por luminiscencia (OSL) en depósitos marinos fosilíferos del Pleistoceno tardío de Uruguay. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y el VII Congreso Latinoamericano de Paleontología, 205, La Plata, Argentina.
- ROJAS, A., MARTÍNEZ, S. 2008. Las últimas ingresiones marinas. En Perea, D. (Ed.) Fósiles de Uruguay. 315-330. DIRAC, Montevideo.
- ROSELLI, F.L. 1976. Contribución al estudio de la Geo Paleontología. Departamentos de Colonia y Soriano (República Oriental del Uruguay). Imprenta Cooperativa. 175 pp.
- ROSENBERG, G. 2009. Malacolog 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca. [WWW database (version 4.1.1)] URL <http://www.malacolog.org/>
- SCARABINO, F. 2003. Lista sistemática de los Bivalvia marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, 8 (80-81): 229-259.
- SCARABINO, F. 2004. Lista sistemática de los Gastropoda marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, 8 (84-85/86-87): 305-346.

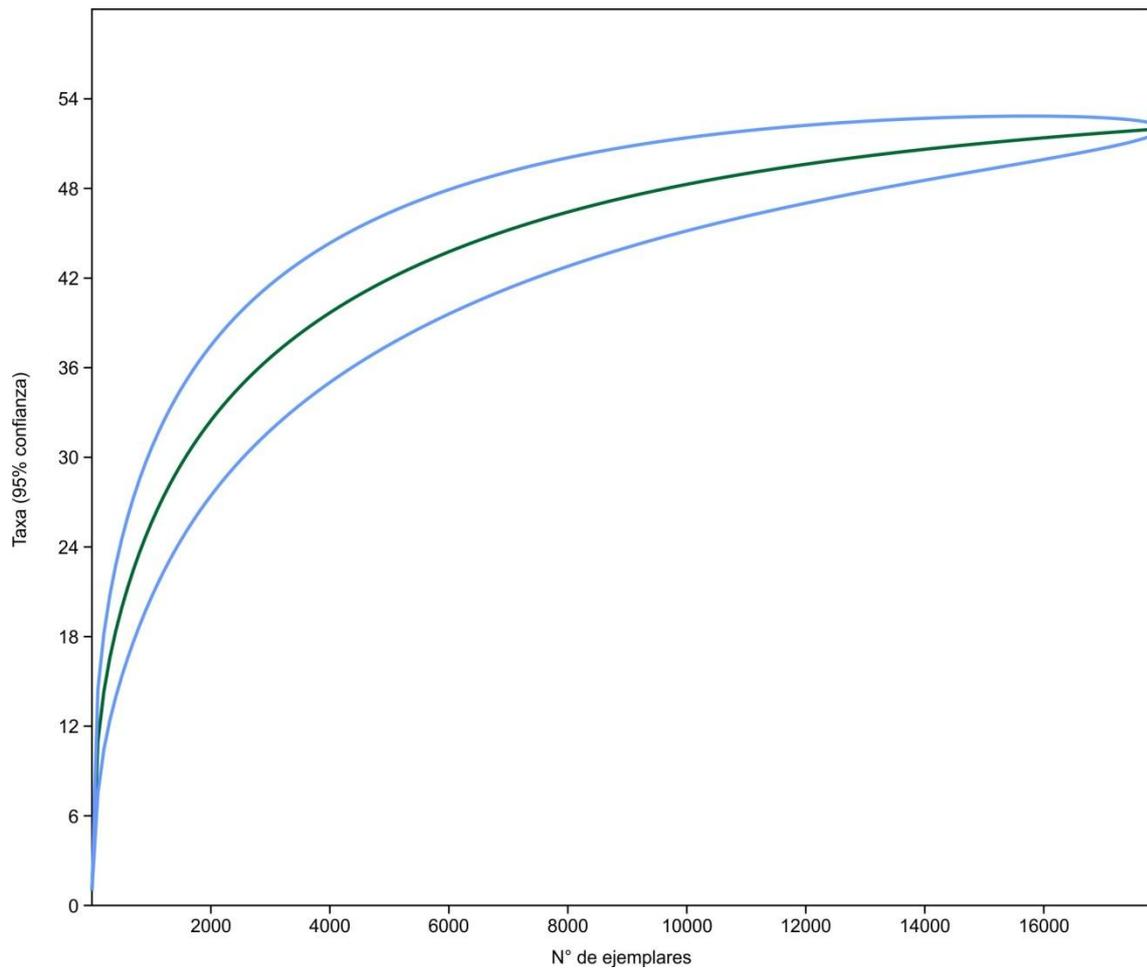
- SCARABINO, F., ZAFFARONI, J.C., CARRANZA, A., CLAVIJO, C. & NIN, M. 2006. Gasterópodos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación. En: MENAFRA, R. RODRÍGUEZ-GALLEGO, L. SCARABINO, F. CONDE, D. (eds). 2006. Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. VIDA SILVESTRE URUGUAY, Montevideo.i-xiv+668pp.
- SERRA, N. 1943. Memoria explicativa del mapa geológico del departamento de Colonia. Boletín del Instituto Geológico del Uruguay, 30.
- SPRECHMANN, P. 1978. The paleoecology and paleogeography of the uruguayan coastal area during the Neogene and Quaternary. Zitteliana, 4: 3-72.
- TEISSEIRE, A. 1930. Contribución al estudio de la geología y paleontología de la República Oriental del Uruguay. Región de Colonia. 159 pp. Peña Hnos. Montevideo.



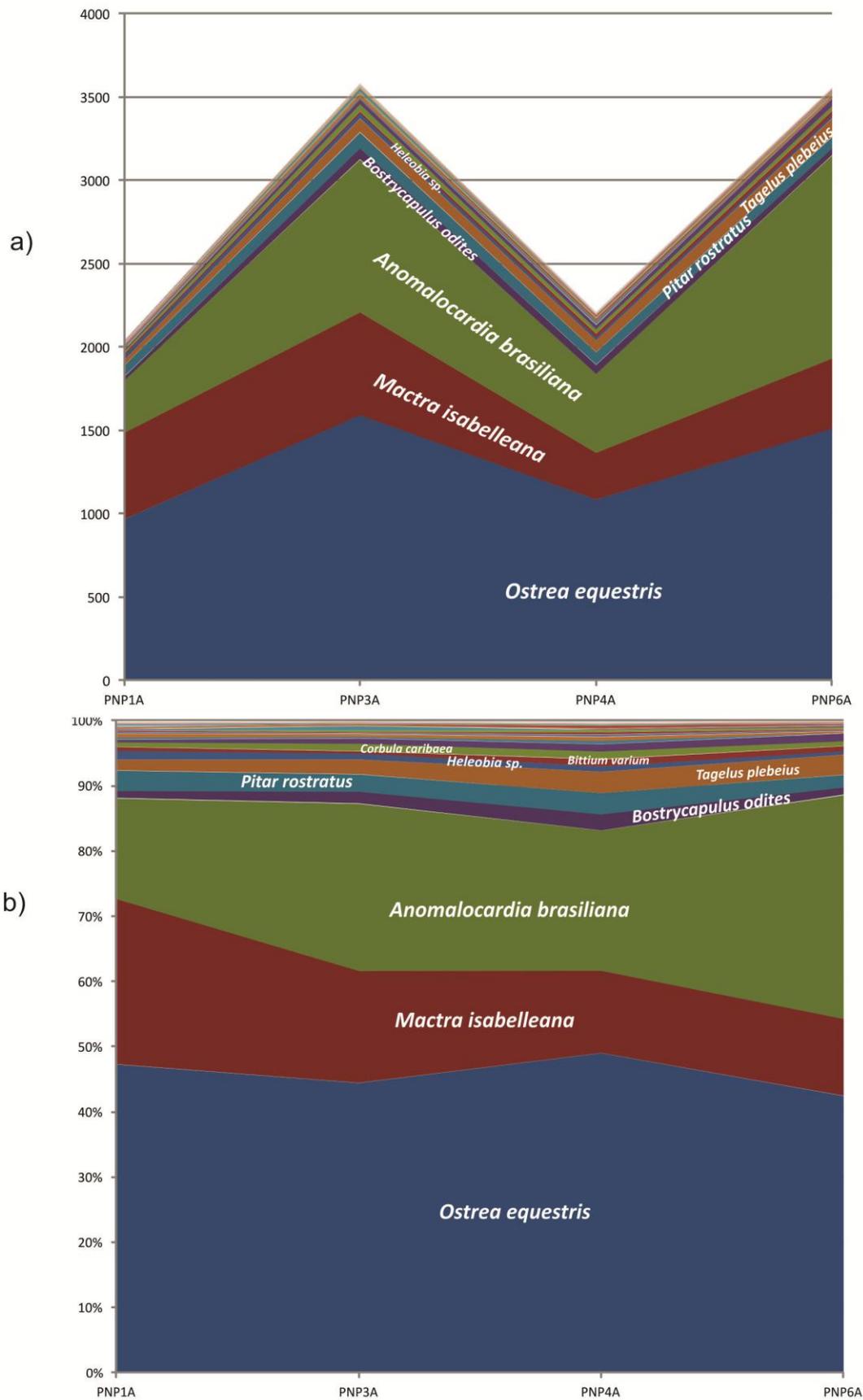
Figura 1: Mapa señalando los depósitos pleistocenos marinos conocidos. Se remarca el objetivo de este trabajo: Puerto de Nueva Palmira



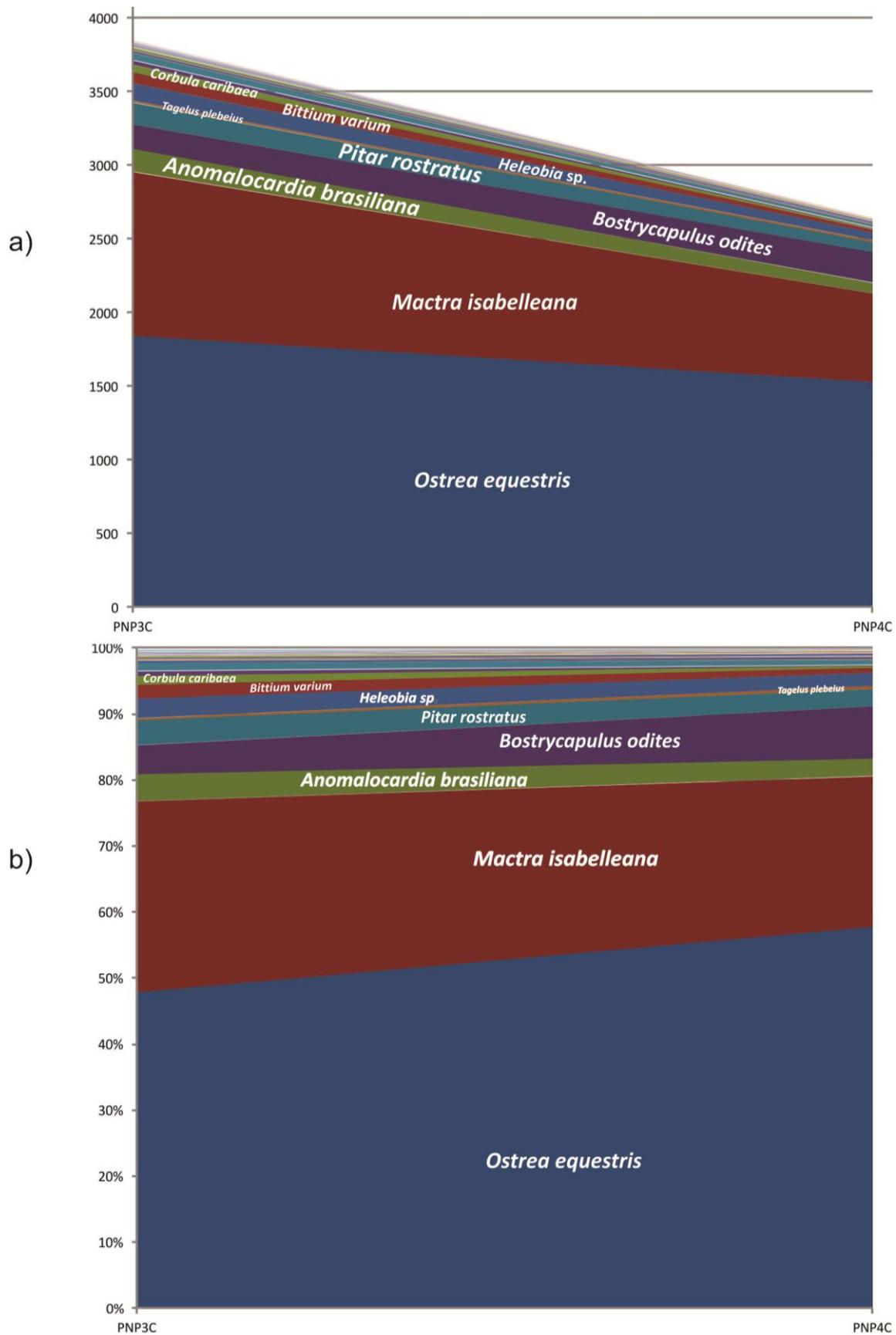
**Figura 2:** Gráficos según el índice de rarefacción. En la parte superior las muestras del nivel C (PNP3C y PNP4C), en el medio la muestra del nivel B (PNP3B) y en la parte inferior las muestras del nivel A (PNP1A, PNP3A, PNP4A y PNP6A).



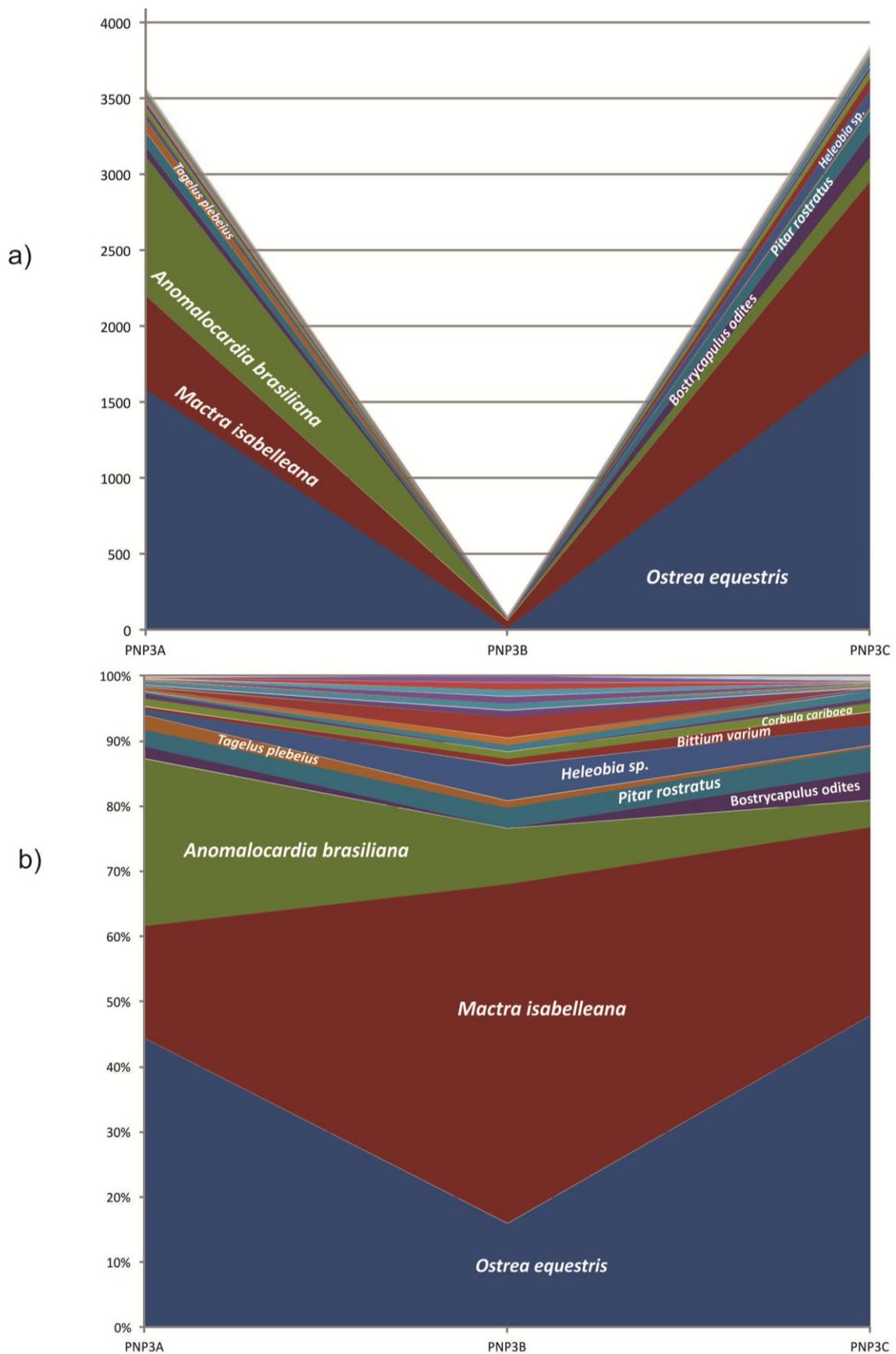
**Figura 3:** Curva de rarefacción realizada en base a los ejemplares de todas las muestras sumados



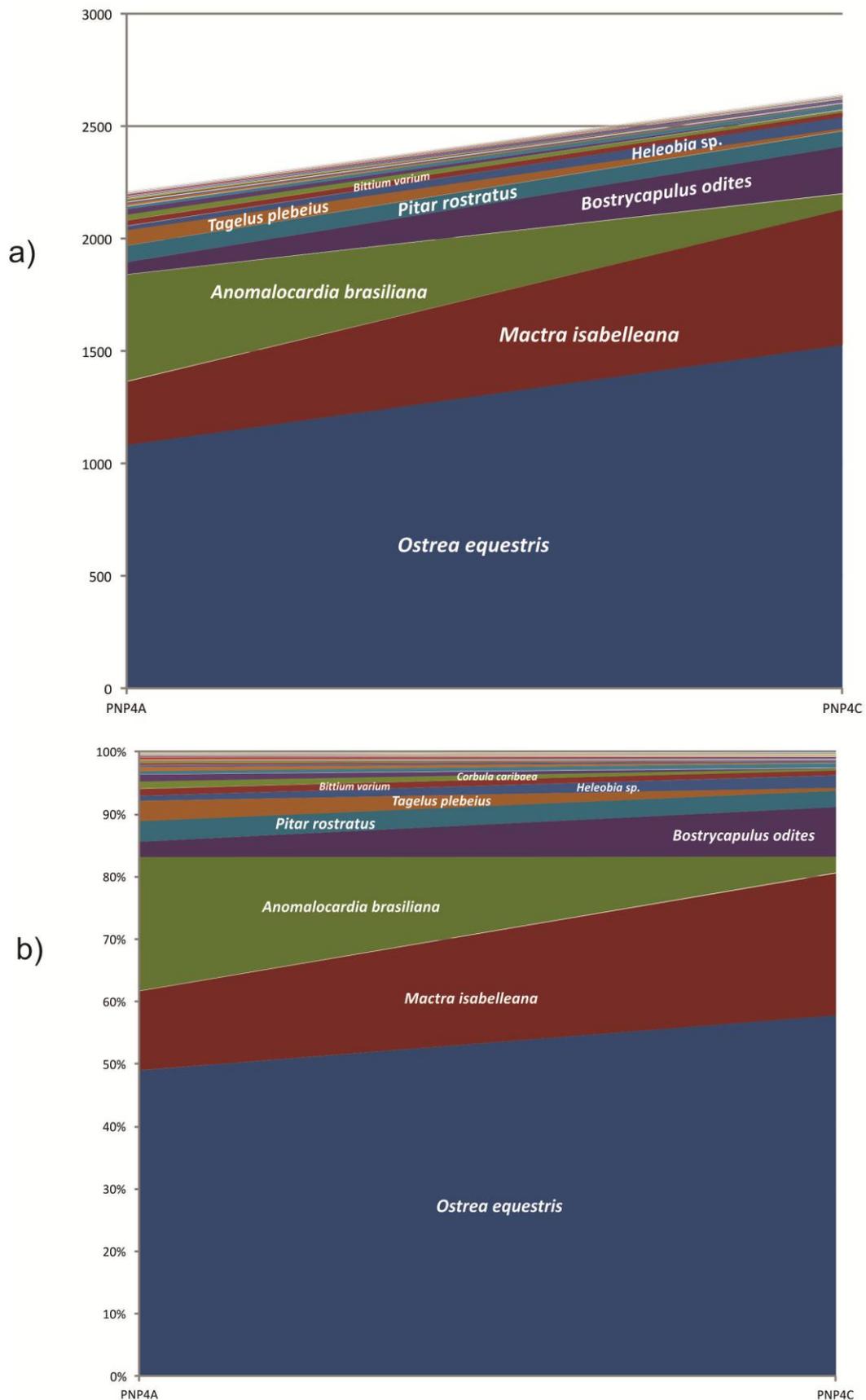
**Figura 4:** Gráficas de distribución de ejemplares en el nivel de acumulación A: a) tomando en cuenta el número de ejemplares de cada taxón; b) tomando en cuenta los porcentajes de cada taxón en la muestra.



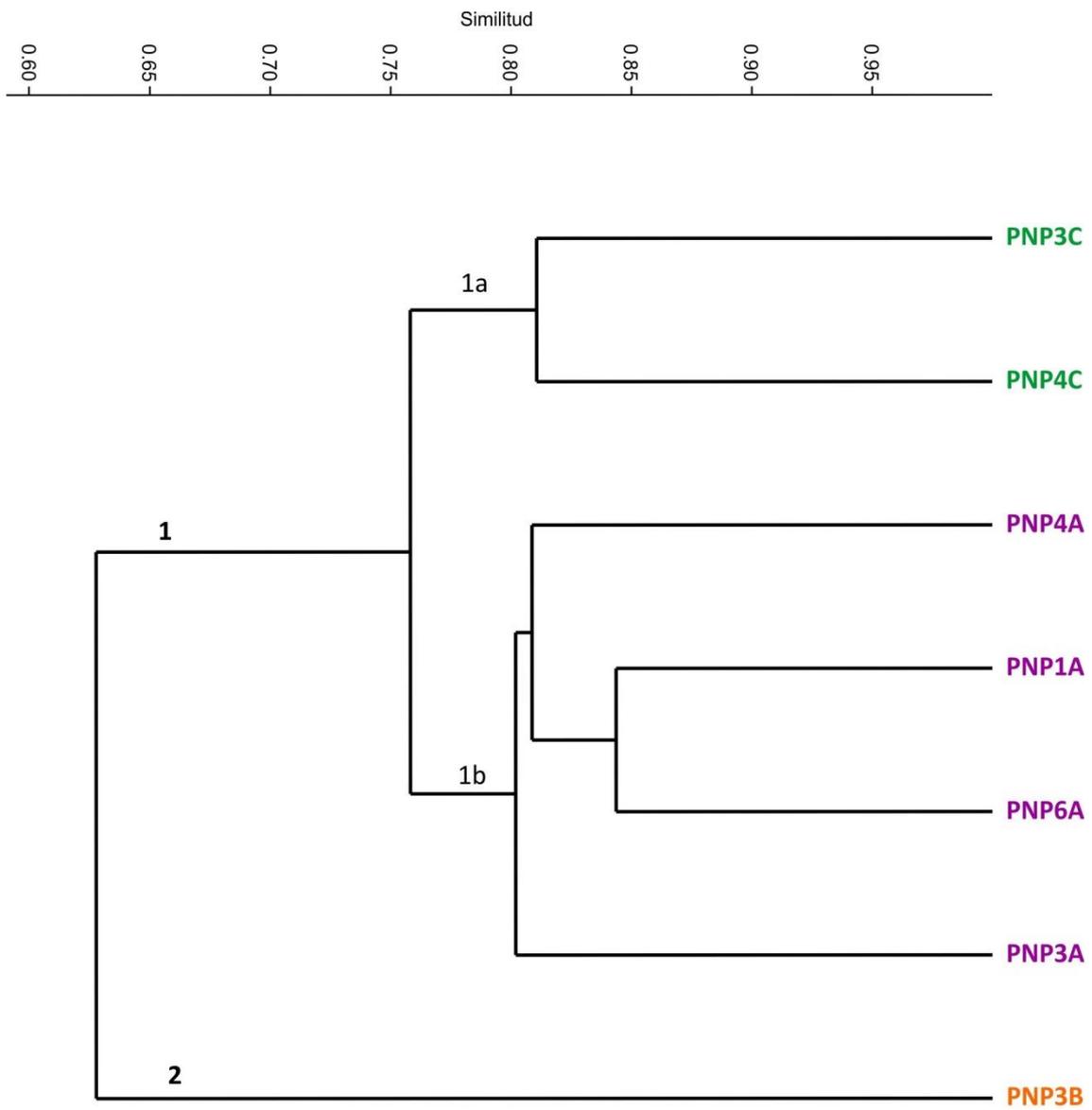
**Figura 5:** Gráficas de distribución de ejemplares en el nivel de acumulación C: a) tomando en cuenta el número de ejemplares de cada taxón; b) tomando en cuenta los porcentajes de cada taxón en la muestra.



**Figura 6:** Gráficas de distribución de ejemplares entre niveles de acumulación en el sitio 3 de muestreo: a) tomando en cuenta el número de ejemplares de cada taxón; b) tomando en cuenta los porcentajes de cada taxón en la muestra.

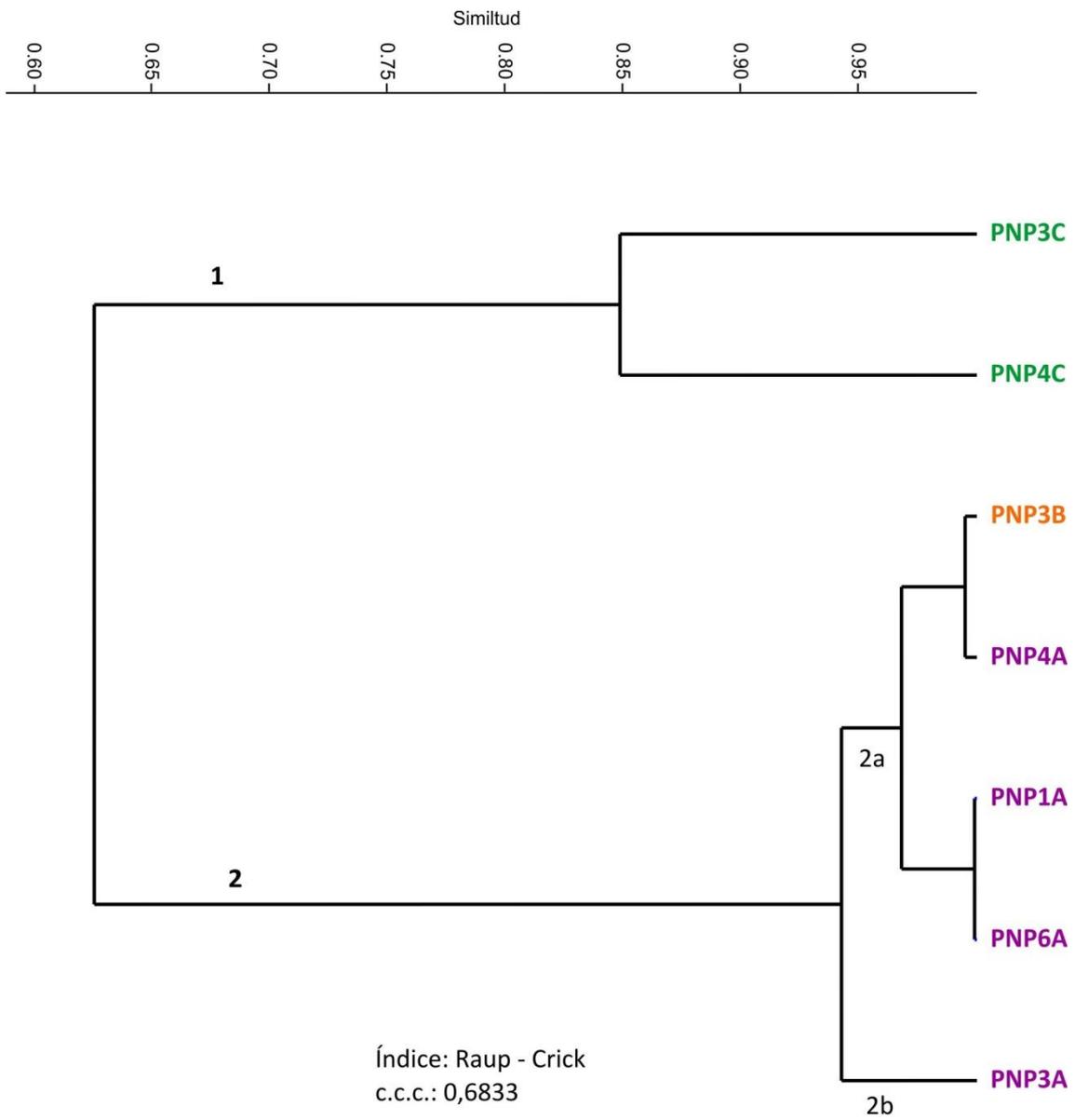


**Figura 7:** Gráficas de distribución de ejemplares entre niveles de acumulación en el sitio 4 de muestreo: a) tomando en cuenta el número de ejemplares de cada taxón; b) tomando en cuenta los porcentajes de cada taxón en la muestra.

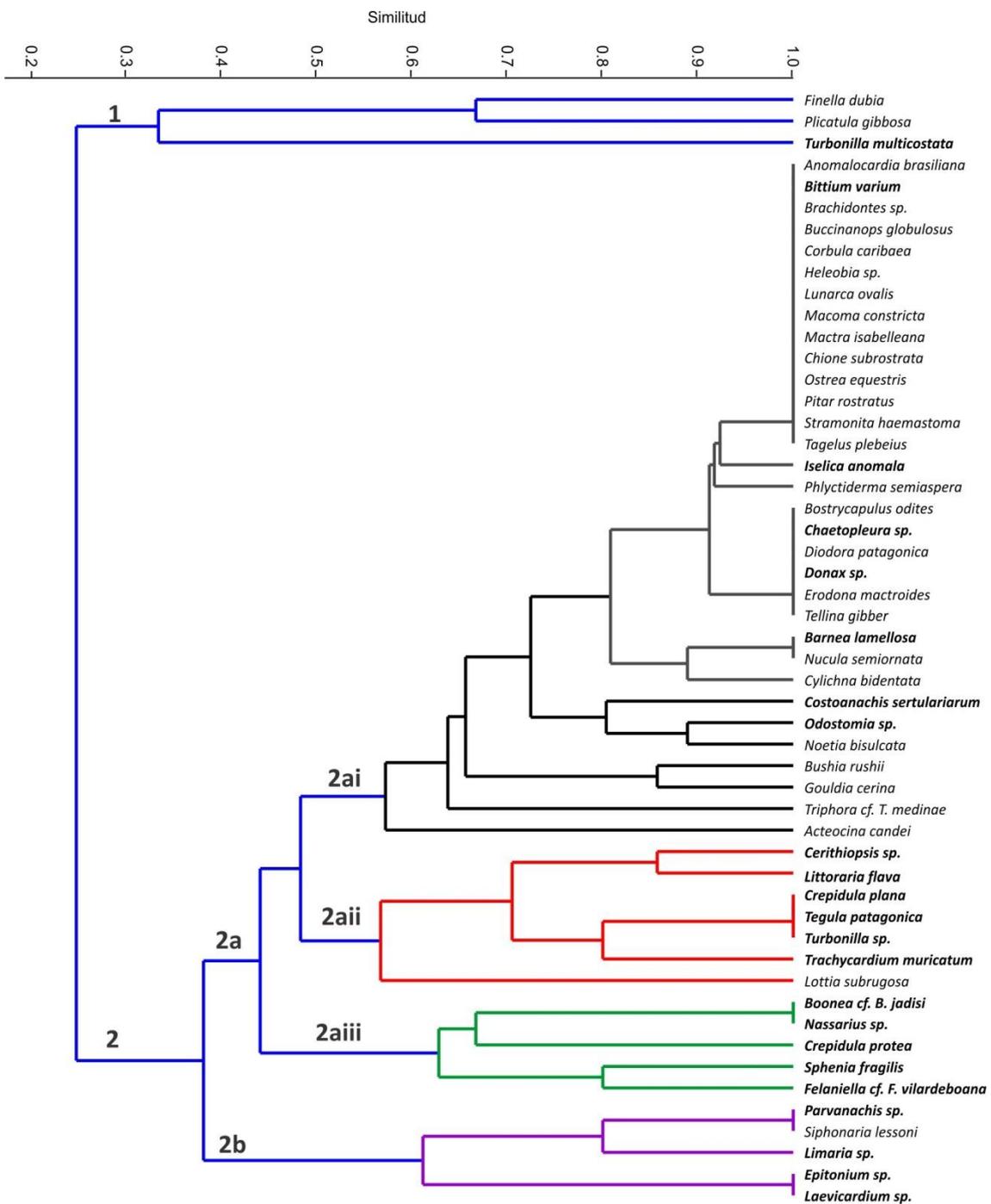


Coeficiente: Dice  
 c.c.c.: 0,924

**Figura 8:** Dendrograma de asociación de las muestras estudiadas, según el coeficiente de Dice.

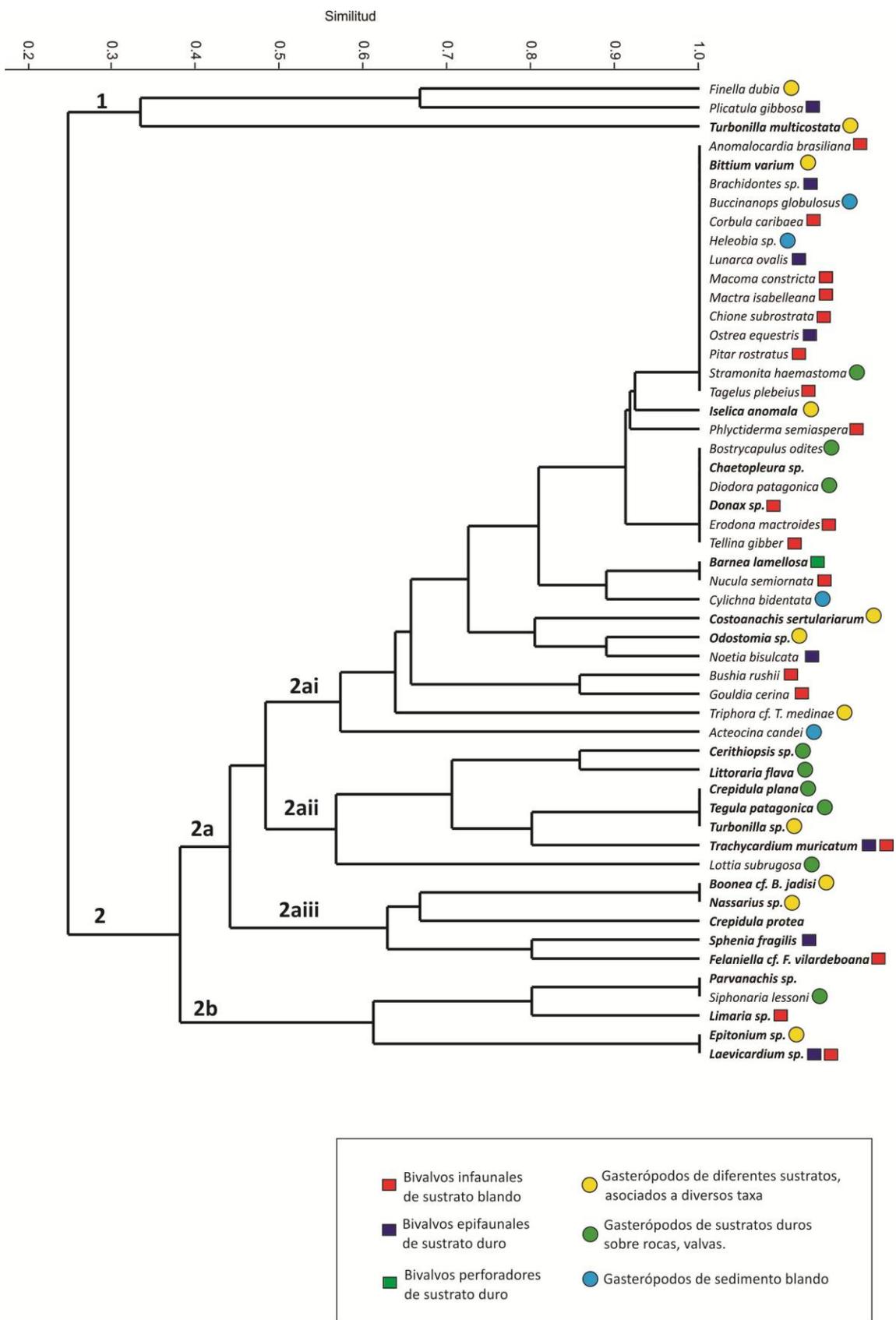


**Figura 9:** Dendrograma de asociación de las muestras estudiadas, según el coeficiente de Raup – Crick.

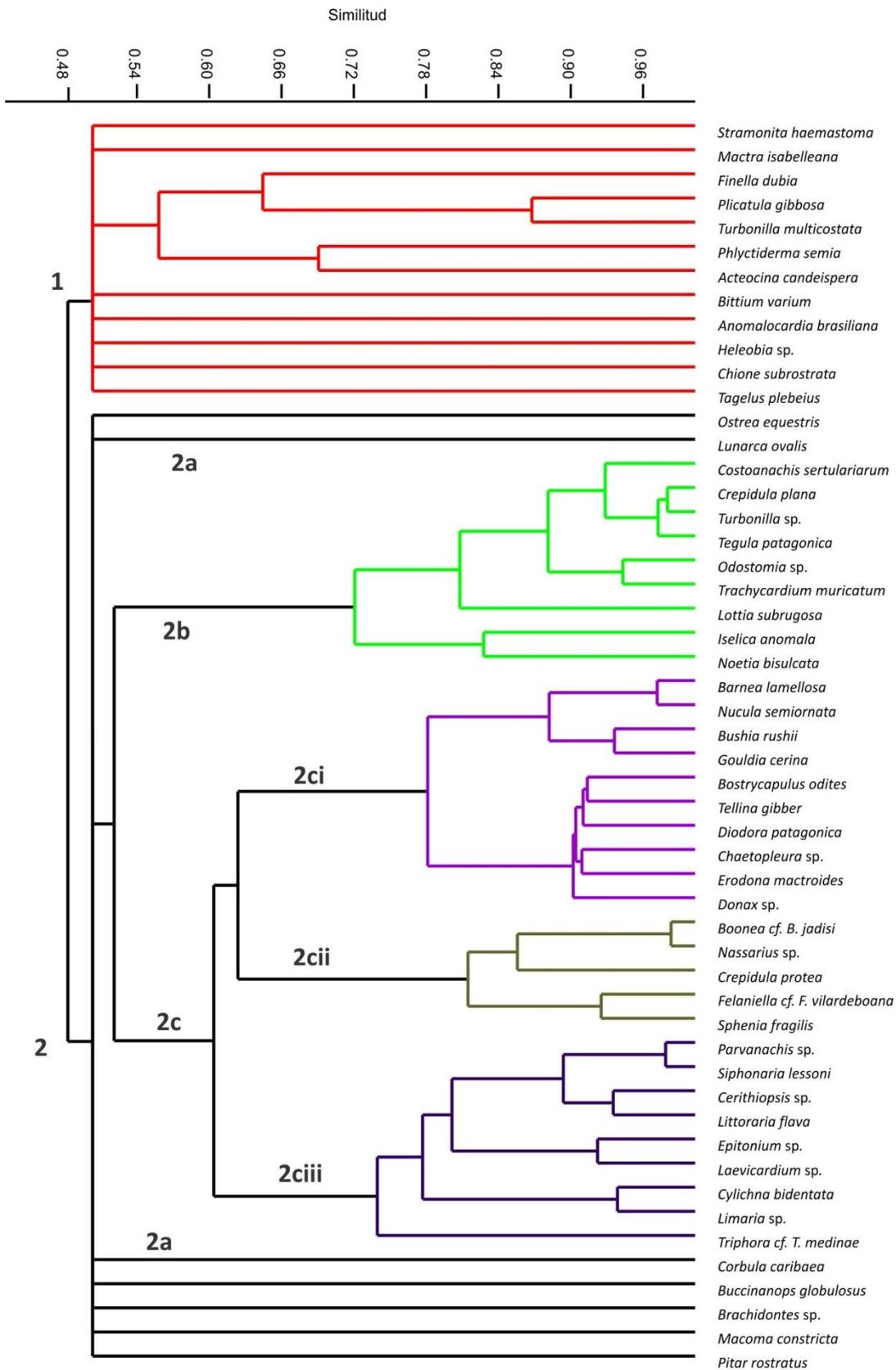


Coefficiente: Dice  
 c.c.c.: 0,8312

**Figura 10:** Dendrograma de asociación para los taxones presentes en todas las muestras según el coeficiente de Dice.

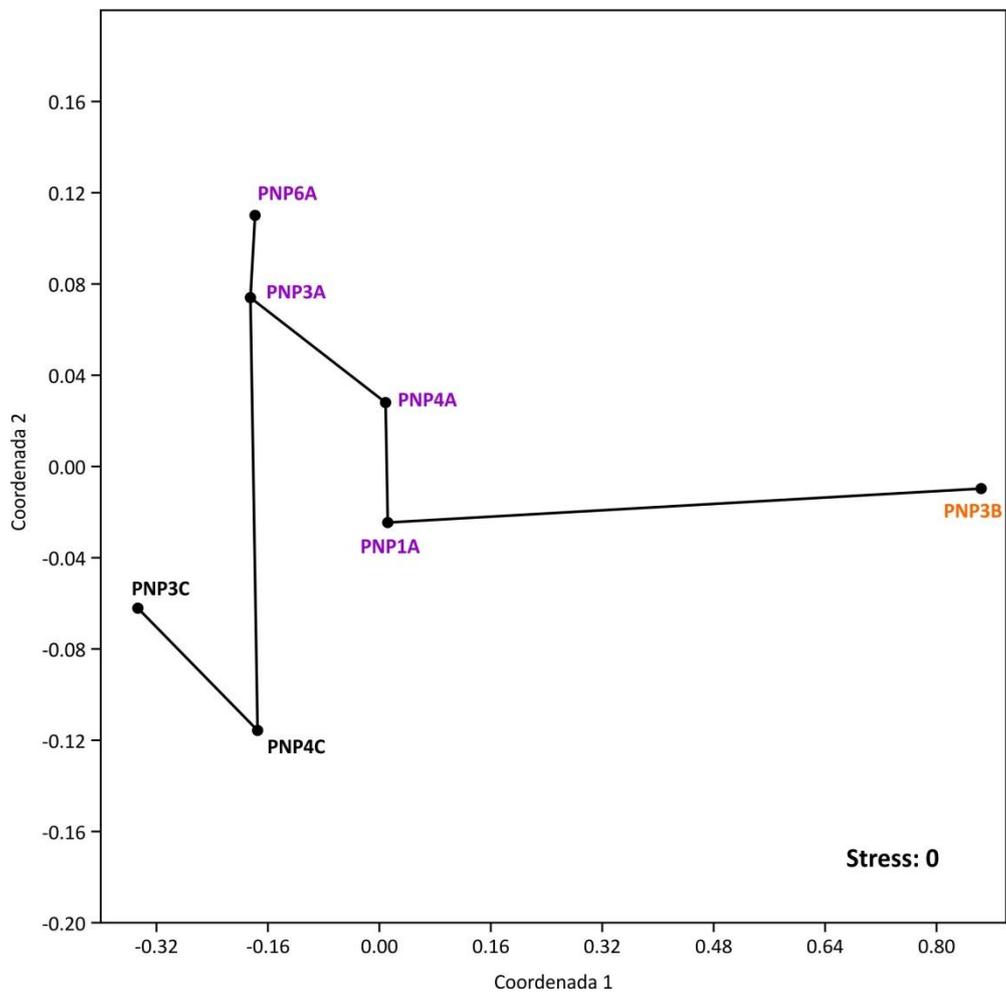


**Figura 11:** Dendrograma de asociación para los taxones presentes en todas las muestras según el coeficiente de Dice. Se detalla el hábito de vida de los taxones.

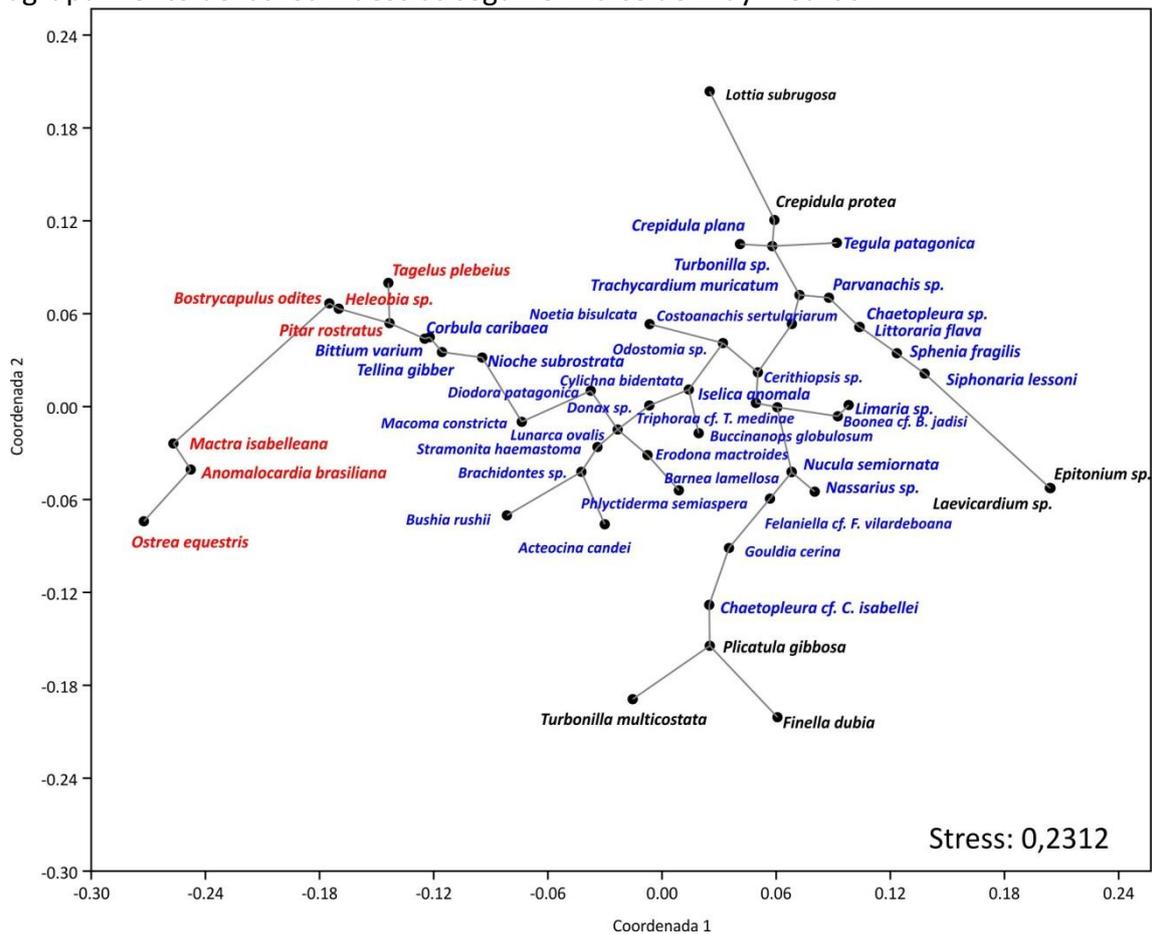


Índice: Raup - Crick  
 c.c.c.: 0,6142

**Figura 12:** Dendrograma de asociación para los taxones presentes en todas las muestras según el índice de Raup – Crick.



**Figura 13:** Gráfico multidimensional (no métrico) en el cual se visualiza el agrupamiento de las los muestras según el índice de Bray – Curtis.



**Figura 14:** Gráfico multidimensional (no métrico) en el cual se visualiza el agrupamiento de las los taxones según el índice de Bray – Curtis.



**A**



**B**



**C**



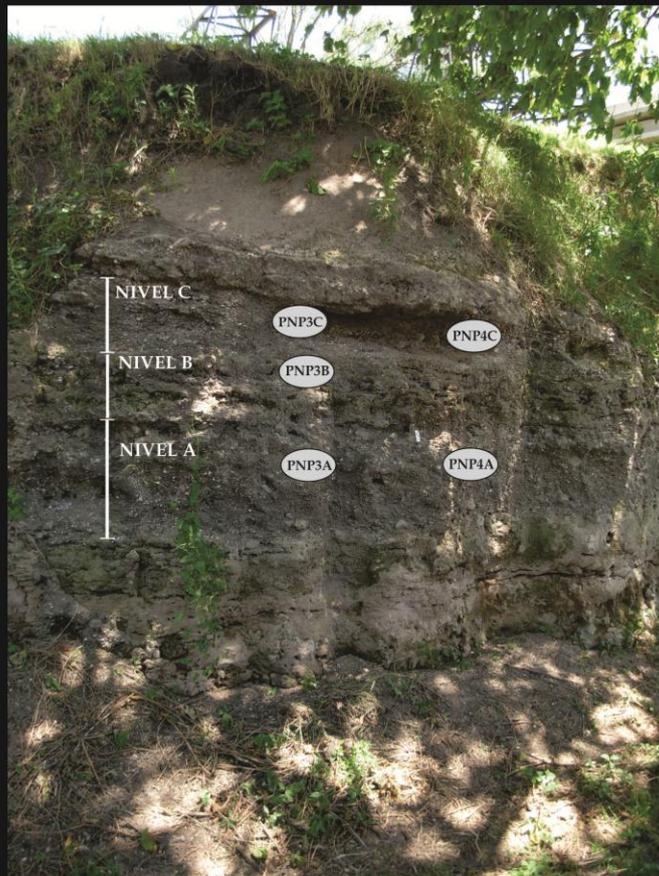
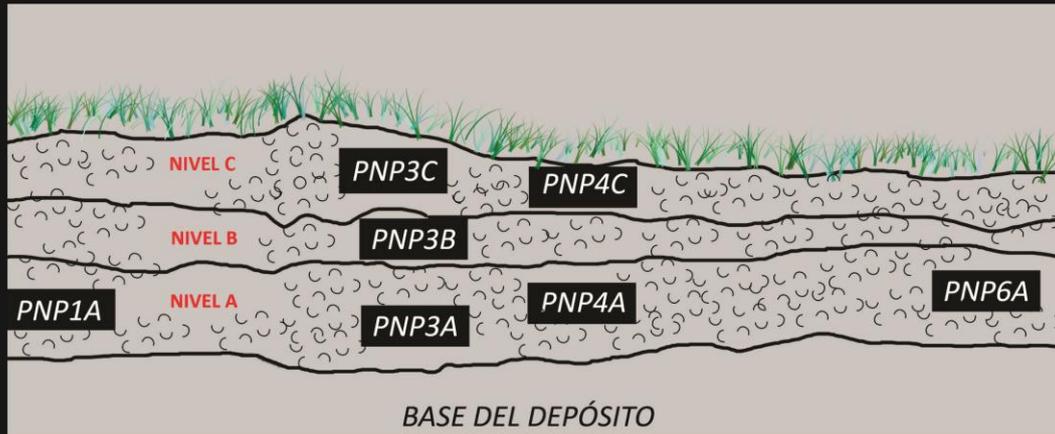
**D**

## Lámina I

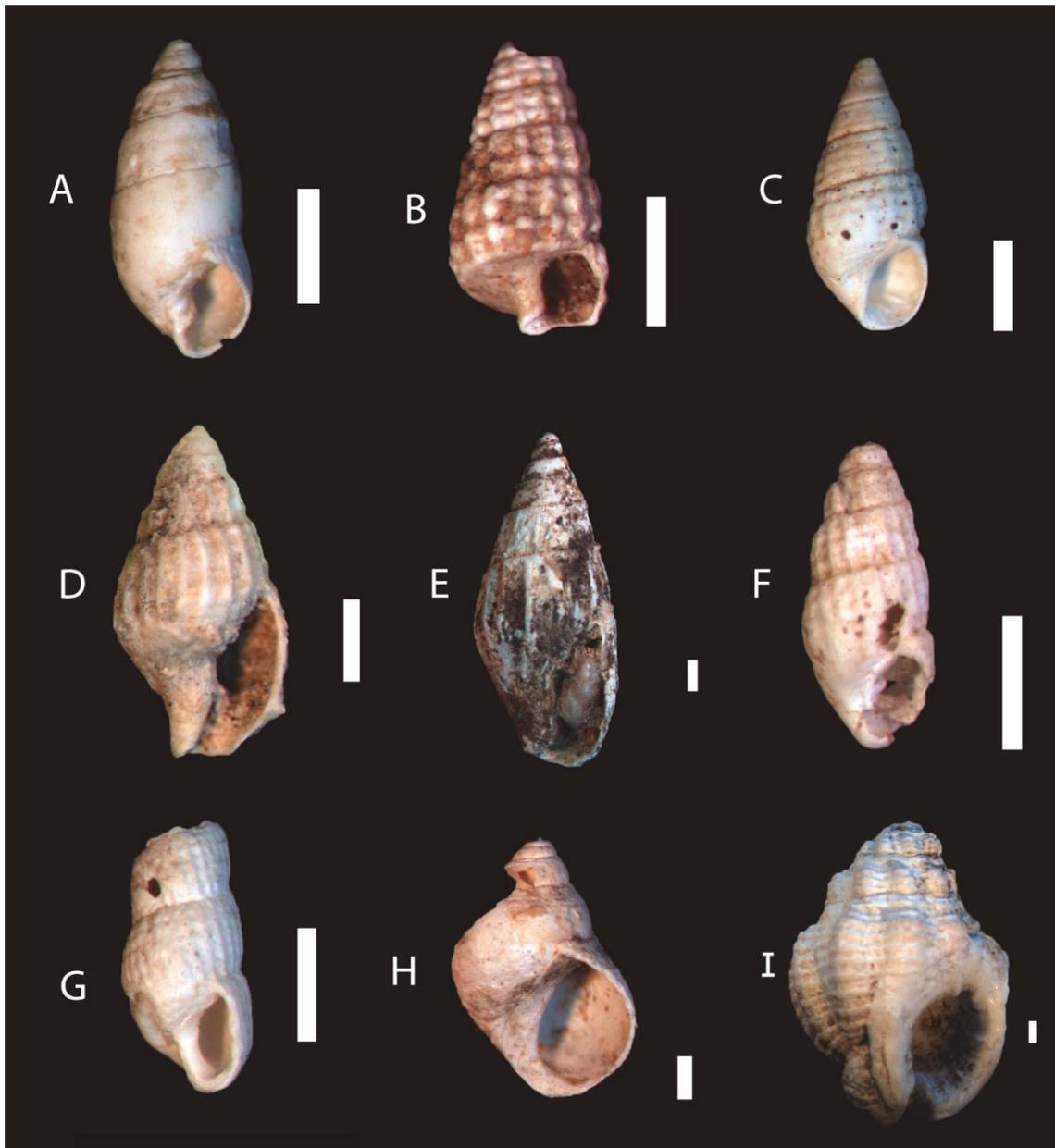
**A.** Vista panorámica del depósito del Puerto de Nueva Palmira.

**B y D.** Vistas próximas de diferentes secciones del yacimiento.

**C.** Detalle del depósito en el cual se observa la disposición caótica de las conchillas.

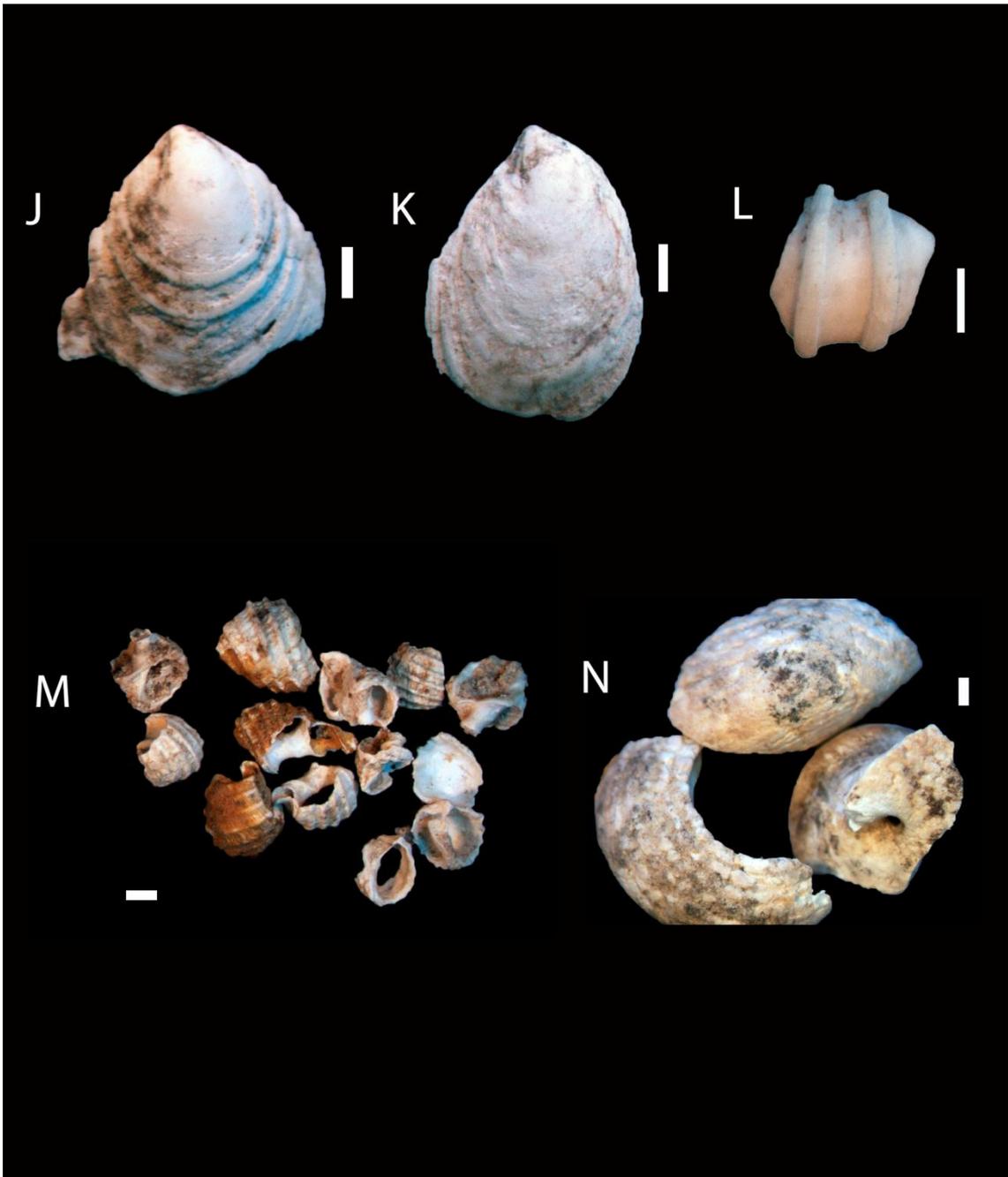


**Lámina II:** Ubicación de las muestras obtenidas. Arriba: esquema con la localización aproximada de todas las muestras analizadas. Abajo: foto del depósito en la que se señalan los diferentes niveles de acumulación y algunas de las muestras analizadas.



**Lámina III.** Nuevos taxones de gasterópodos encontrados para el Puerto de Nueva Palmira. (Escala: 1mm)

- |   |  |
|---|--|
| <b>A.</b> <i>Odostomia</i> sp.                          | <b>F.</b> <i>Boonea</i> cf. <i>B. jadisi</i> |
| <b>B.</b> <i>Cerithiopsis</i> aff. <i>C. fusiformis</i> | <b>G.</b> <i>Turbonilla multicostata</i>     |
| <b>C.</b> <i>Bittium varium</i>                         | <b>H.</b> <i>Littoraria flava</i>            |
| <b>D.</b> <i>Parvanachis</i> sp.                        | <b>I.</b> <i>Nassarius</i> sp.               |
| <b>E.</b> <i>Costoanachis sertulariarum</i>             |  |



**Lámina IV.** Nuevos taxones de gasterópodos encontrados para el Puerto de Nueva Palmira. (Escala: 1mm) (Continuación).

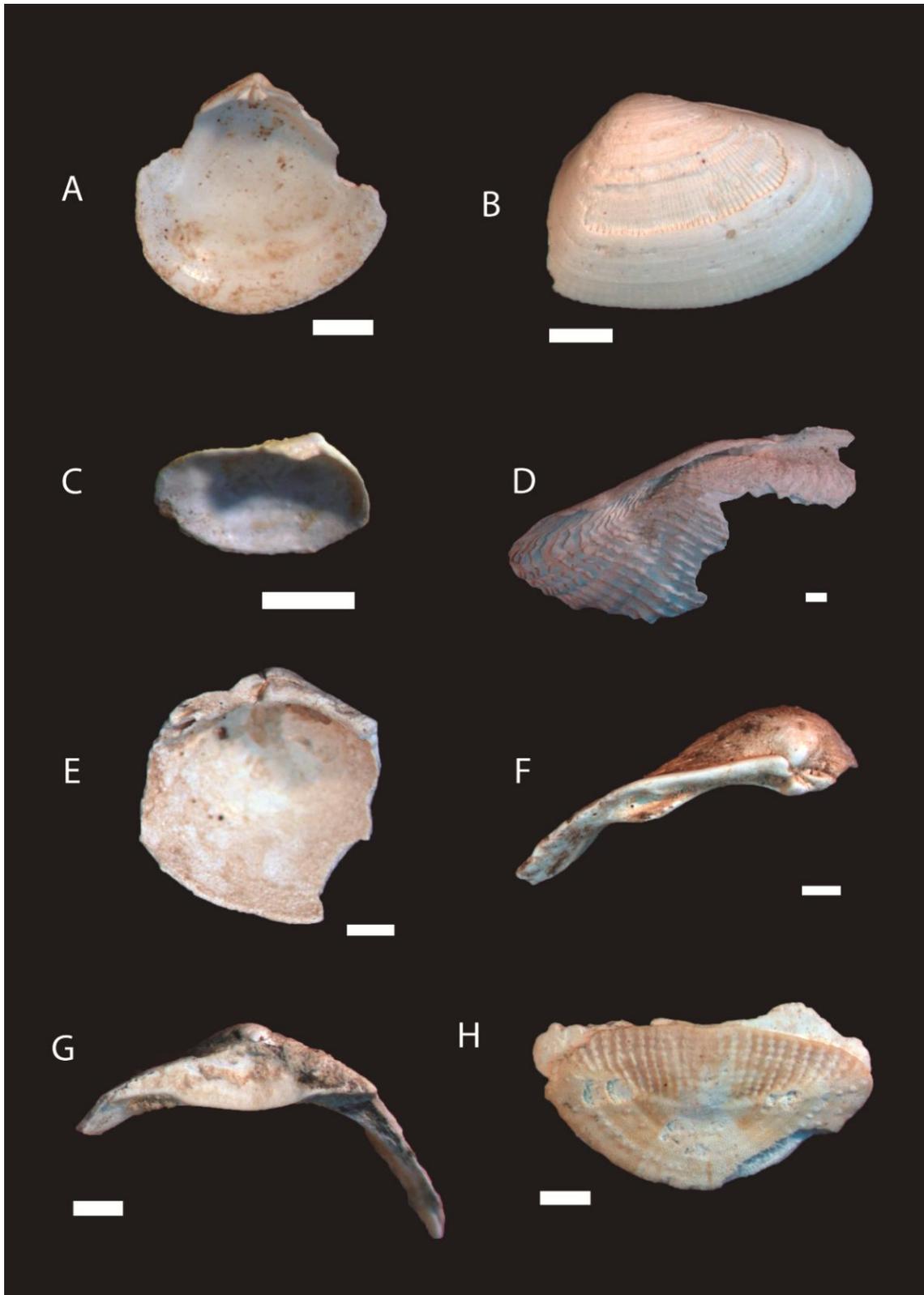
**J.** *Crepidula plana*

**K.** *Crepidula protea*

**L.** *Epitonium* sp.

**M.** *Iselica globosa*

**N.** *Tegula patagonica*



**Lámina V:** Nuevos taxones de bivalvos (A – G) y polioplacóforo (H) encontrados para el Puerto de Nueva Palmira. (Escala: 1mm)

**A.** *Fellaniela* cf. *F. vilardeboana*

**B.** *Donax* sp.

**C.** *Sphenia fragilis*

**D.** *Barnea lamellosa*

**E.** *Laevicardium* sp.

**F.** *Trachycardium muricatum*

**G.** *Limaria* sp.

**H.** *Chaetopleura* sp.

**Apéndice I: Abundancia expresada en porcentaje (%)**

Determinación	PNP1A	PNP3A	PNP4A	PNP6A	PNP3B	PNP3C	PNP4C
<i>Ostrea equestris</i>	47,26	44,40	48,98	42,41	15,96	47,91	57,81
<i>Maetra isabelleana</i>	25,42	17,25	12,70	11,89	52,13	28,92	22,80
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	15,43	25,62	21,51	34,29	8,51	4,08	2,65
<i>Pitar rostratus</i>	3,13	2,68	3,30	1,94	3,19	3,82	2,61
<i>Tagelus plebeius</i>	1,62	2,20	3,21	3,01	1,06	0,29	0,49
<i>Heleobia sp.</i>	1,37	0,92	0,81	0,56	5,32	3,01	1,97
<i>Bostrycapulus odites</i>	1,13	1,84	2,44	1,18		4,34	7,86
<i>Corbula caribaea</i>	0,73	1,17	1,22	0,79	1,06	1,33	0,38
<b>Bittium varium</b>	0,59	0,36	1,08	0,79	1,06	2,08	0,79
<i>Macoma constricta</i>	0,59	0,39	0,59	0,25	1,06	0,05	0,11
<i>Tellina gibber</i>	0,44	0,84	1,13	1,21		0,73	0,08
<i>Chione subrostrata</i>	0,34	0,25	0,54	0,08	1,06	1,20	0,72
<i>Diodora patagonica</i>	0,20	0,11	0,27	0,11		0,34	0,19
<b>Donax sp.</b>	0,20	0,14	0,14	0,11		0,13	0,04
<i>Lunarca ovalis</i>	0,20	0,11	0,14	0,20	1,06	0,05	0,19
<i>Stramonita haemastoma</i>	0,20	0,14	0,36	0,14	3,19	0,03	0,04
<i>Buccinanops globulosus</i>	0,15	0,06	0,09	0,08	1,06	0,05	0,04
<b>Odostomia sp.</b>	0,15			0,03		0,05	0,08
<i>Iselica anomala</i>	0,15		0,05	0,03	1,06	0,03	0,04
<i>Noetia bisulcata</i>	0,10		0,09	0,03		0,18	0,38
<i>Phlyctiderma semiaspera</i>	0,10	0,06	0,09	0,08	1,06		0,04
<b>Barnea lamellosa</b>	0,05	0,03	0,05	0,03		0,03	
<i>Brachidontes sp.</i>	0,05	0,56	0,05	0,03	1,06	0,03	0,04
<b>Chaetopleura cf. C. isabellei</b>	0,05	0,03		0,03			
<b>Costoanachis sertulariarum</b>	0,05					0,05	0,04
<i>Cylichna bidentata</i>	0,05	0,08	0,05			0,26	
<i>Erodona mactroides</i>	0,05	0,08	0,32	0,11		0,03	0,08
<i>Finella dubia</i>	0,05						
<i>Gouldia cerina</i>	0,05	0,03	0,05	0,08			
<b>Limaria sp.</b>	0,05		0,05			0,05	
<i>Nucula semiornata</i>	0,05	0,03	0,05	0,03		0,03	
<i>Plicatula gibbosa</i>	0,05	0,03					
<i>Acteocina candei</i>		0,06		0,08			0,19
<b>Parvanachis sp.</b>			0,05			0,13	
<b>Boonea cf. B. jadis</b>		0,03				0,05	
<i>Bushia rushii</i>		0,28	0,32	0,28			
<b>Cerithiopsis aff. C. fusiformis</b>		0,06	0,05			0,08	0,08
<i>Chaetopleura sp.</i>			0,05			0,03	0,04
<b>Crepidula plana</b>						0,13	0,08
<b>Crepidula protea</b>						0,13	
<b>Epitonium sp.</b>			0,05				
<b>Felaniella cf. F. vilardeboana</b>		0,03		0,06		0,03	
<b>Laevicardium sp.</b>			0,05				
<b>Littoraria flava</b>			0,05			0,03	0,04
<i>Lottia subrugosa</i>							0,04
<i>Triphora cf. T. medinae</i>		0,06	0,05		1,06	0,10	
<b>Nassarius sp.</b>		0,06				0,03	
<i>Siphonaria lessoni</i>			0,05			0,03	
<b>Sphenia fragilis</b>				0,03		0,03	
<b>Tegula patagonica</b>						0,03	0,04
<b>Trachycardium muricatum</b>				0,03		0,03	0,04
<b>Turbonilla multicostata</b>		0,03					
<b>Turbonilla sp.</b>						0,10	0,04
<i>Bivalvia indet.</i>		x					
<i>Gastropoda indet.</i>		x	x	x		x	
<i>Astrangia sp.</i>			x				
<i>Balanomorpha</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bryozoa</i>				x			
<i>Decapoda indet.</i>		x	x	x			

Apéndice II: Número total de ejemplares y su porcentaje en el total de muestras.		
Determinación	Total	%
<i>Ostrea equestris</i>	8537	47,47
<i>Mactra isabelleana</i>	3606	20,05
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	3164	17,59
<i>Bostrycapulus odites</i>	560	3,11
<i>Pitar rostratus</i>	521	2,90
<i>Tagelus plebeius</i>	315	1,75
<i>Heleobia</i> sp.	272	1,51
<i>Bittium varium</i>	179	1,00
<i>Corbula caribaea</i>	174	0,97
<i>Tellina gibber</i>	137	0,76
<i>Chione subrostrata</i>	97	0,54
<i>Macoma constricta</i>	54	0,30
<i>Diodora patagonica</i>	36	0,20
<i>Stramonita haemastoma</i>	27	0,15
<i>Bushia rushii</i>	27	0,15
<i>Lunarca ovalis</i>	26	0,14
<i>Brachidontes</i> sp.	26	0,14
<i>Donax</i> sp.	22	0,12
<i>Noetia bisulcata</i>	22	0,12
<i>Erodona mactroides</i>	18	0,10
<i>Cylichna bidentata</i>	15	0,08
<i>Buccinanops globulosus</i>	14	0,08
<i>Crepidula plana</i>	12	0,07
<i>Phlyctiderma semiaspera</i>	11	0,06
<i>Acteocina candei</i>	10	0,06
<i>Eulimastoma canaliculatum</i>	8	0,04
<i>Iselica anomala</i>	8	0,04
<i>Cerithiopsis</i> aff. <i>C. fusiformis</i>	8	0,04
<i>Triphora</i> cf. <i>T. medinae</i>	8	0,04
<i>Gouldia cerina</i>	6	0,03
<i>Parvanachis</i> sp.	6	0,03
<i>Barnea lamellosa</i>	5	0,03
<i>Nucula semiornata</i>	5	0,03
<i>Turbonilla</i> sp.	5	0,03
<i>Costoanachis sertulariarum</i>	4	0,02
<i>Limaria</i> sp.	4	0,02
<i>Felaniella</i> cf. <i>F. vilardeboana</i>	4	0,02
<i>Chaetopleura</i> cf. <i>C. isabellei</i>	3	0,02
<i>Nassarius</i> sp.	3	0,02
<i>Boonea</i> cf. <i>B. jadisi</i>	3	0,02
<i>Chaetopleura</i> sp.	3	0,02
<i>Littoraria flava</i>	3	0,02
<i>Trachycardium muricatum</i>	3	0,02
<i>Plicatula gibbosa</i>	2	0,01
<i>Siphonaria lessoni</i>	2	0,01
<i>Sphenia fragilis</i>	2	0,01
<i>Tegula patagonica</i>	2	0,01
<i>Finella dubia</i>	1	0,01
<i>Turbonilla multicostata</i>	1	0,01
<i>Epitonium</i> sp.	1	0,01
<i>Laevicardium</i> sp.	1	0,01
<i>Lottia subrugosa</i>	1	0,01
Total de ejemplares	17984	100