



FACULTAD de CIENCIAS
EXACTAS y NATURALES
.....
UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA

Tesis Doctoral en Ciencias: Área Biología

*“Tafonomía actualista de ostrácodos a lo largo de un
gradiente de salinidad en el sudeste de la Llanura
Pampeana”*

Fabio Lucas Flores

Mar del Plata

Argentina

2024

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de Mar del Plata y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra.

La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el Laboratorio de Micropaleontología del Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales durante el periodo comprendido entre Abril de 2017 y marzo de 2024, bajo la dirección de Ferrero, Laura y De Francesco, Claudio Germán.

La presente tesis ha sido aprobada el/...../....., mereciendo la calificación de (.....)



Mis agradecimientos están dirigidos a quienes colaboraron de forma desinteresada para que yo pudiese concretar mi objetivo de ser Doctor en Ciencias Biológicas. No voy a victimizarme diciendo que fue un camino duro y difícil, pero la verdad es que presentar esta producción intelectual no ha sido tan sencillo como lo imaginaba cuando comencé. Así que, al avanzar en esta vida, quiero mirar hacia atrás y estar conforme con haber reconocido la participación altruista. Sin más, agradezco a:

- ✓ *DIOS, Gracias por tu amor incondicional, por tu protección en este camino, por colmar mi vida de bendiciones. Por sobre todo, gracias por permitirme ser, existir y haberme otorgado el don de la vida, ya que gracias al mismo hoy puedo estar plasmando estas ideas.*
- ✓ *Salem Cucumelo Flores ("África"), por haber traído paz y alegría a mi vida, por ser la evidencia viviente de lo maravillosa y hermosa que pueden ser algunas de las formas en las que se expresa la biología, por sacarme de mi zona de confort y de ser siempre la prioridad, así como robarme una sonrisa y carcajada todos los días. Gracias por dejarme compartir la vida contigo.*
- ✓ *A mí mismo, por haber confiado en mis capacidades, habilidades y aptitudes, por cada hora de trabajo invertida y por todo aquello que tuve que resignar, por ser valiente y seguir procurando que todo saliera bien ante circunstancias difíciles, por ser esa persona capaz de finalizar cada camino que emprende. Me agradezco, me valoro y me felicito.*

Finalmente, esta tesis se la dedico a Golden Lucky. Sin dudas he aprendido mucho en estos años de trabajo, pero mucho de lo que aprendí no necesariamente tiene que ver con esta tesis. Estoy muy contento y emocionado de que este logro en mi vida me encuentre siendo la persona que actualmente soy.



*Fabio Lucas Flores
"Golden Lucky"*

Índice

Resumen	6
Summary	8
Tafonomía Actualista	10
Ostrácodos	14
Antecedentes	21
Objetivos	23
Área de Estudio	24
Materiales y Métodos	28
Resultados	37
Discusión	51
Conclusiones	61
Apéndice	62
Bibliografía	65

Resumen

La tafonomía actualista es la disciplina que estudia los procesos de muerte, descomposición y enterramiento de los organismos en ambientes modernos, con el objetivo de facilitar las interpretaciones de los patrones paleontológicos identificados a partir del registro fósil. Los trabajos sobre tafonomía de ostrácodos se han incrementado en los últimos años, pero aún son escasos los estudios sobre las faunas modernas en ambientes costeros, lo que impide contar con una buena caracterización ecológica y ambiental que pueda utilizarse como análogo moderno para realizar inferencias paleoambientales. En este sentido la laguna costera Mar Chiquita es relevante por ser la única albufera del país, y el único análogo moderno de muchos ambientes desarrollados en la costa de la provincia de Buenos Aires durante el último ciclo transgresivo-regresivo marino.

Para esta tesis doctoral, se planteó como objetivo general evaluar el potencial de los ostrácodos como indicadores de ambientes pasados desde el análisis de aspectos ecológicos y tafonómicos. Para cumplir con el mismo, fueron estudiadas 140 muestras de sedimento superficial recolectadas de 7 sitios localizados en el canal estuarial de la laguna, entre los años 2017 y 2018. Los muestreos se complementaron con determinaciones sedimentológicas y análisis de variables físico-químicas.

Se identificaron 46 taxones, 4 de los cuales se hallaron vivos al momento del muestreo en un amplio rango de conductividad, que fue desde 1 a 45 mS/cm. En orden decreciente de abundancia fueron: *Callistocythere asperereticulata*, *Cyprideis salebrosa hartmanni*, *Cytherura dimorphica* y *Limnocythere cusminskyae*; siendo el primero y el último registrados por primera vez viviendo en un ambiente estuárico. Los valores de temperatura, salinidad y pH se encontraron dentro de los rangos previamente reportados para esta laguna. No hubo diferencias entre los valores de conductividad y pH entre los diferentes sitios de muestreo, lo que podría deberse a las intensas lluvias ocurridas en el periodo de muestreo referido.

Las diferencias halladas en la razón A/J se interpretaron como una mayor fragilidad de los ejemplares juveniles de los taxones de menor tamaño que los hace más susceptibles a la destrucción y al desplazamiento espacial por la hidrodinamia del ambiente. Los sitios más cercanos a la desembocadura presentaron una menor abundancia de ostrácodos respecto a los sitios más internos, probablemente esto se deba a que en los primeros la energía ambiental es mayor y la características del sustrato hacen que sean menos propenso para el desarrollo de la ostracofauna. *C. salebrosa hartmanni* se relacionó

positivamente con la salinidad, mientras que *C. asperereticulata* se relacionó con las variables ambientales pH y temperatura en rangos similares a los descriptos para especies del mismo género en ambientes estuáricos.

Las especies vivientes en el canal estuarial de la laguna costera Mar Chiquita se encuentran bien representadas en los ensambles de muerte, no obstante ligeras diferencias entre sitios podrían explicarse por variaciones en el retrabajamiento del sedimento de los cordones conchiles de la berma del canal estuarial debidas a factores erosivos y a la energía ambiental y en el aporte de los ensambles de vida a los ensambles de muerte. El análisis tafonómico de *C. salebrosa hartmanni* reflejó una buena preservación respecto a la fragmentación y a la desarticulación, probablemente por las características intrínsecas del taxón y factores ambientales; mientras que la alteración de la superficie fue mayor cerca del cuerpo lagunar, quizás por la interacción de algunos iones y los sólidos en suspensión que cementan sobre las valvas.

Se determinó experimentalmente que la disolución y la opacidad solo ocurren a pH ácidos. La disolución en *C. salebrosa hartmanni* no se vio afectada por el estadio ontogenético; en cambio, en adultos de *C. salebrosa hartmanni* fue menor respecto a ejemplares de *C. asperereticulata*. La disolución ocurrió principalmente en el margen anterior en el primer taxón y en las zonas de depresión del reticulado del segundo. La opacidad fue menor en ejemplares adultos de *C. asperereticulata* que en adultos de *C. salebrosa hartmanni*, probablemente por la dificultad de registrar cambios por la disolución. Adicionalmente, se determinó experimentalmente que la desarticulación en ejemplares de *C. salebrosa hartmanni* fue mayor en juveniles que en adultos, pero fue similar entre ejemplares adultos de ambos taxones, posiblemente por sus charnelas complejas y robustas y la prevalencia de los músculos aductores.

La integración de los resultados de esta investigación constituye un avance significativo en la disciplina y contribuirá a mejorar la calidad de las interpretaciones de los factores ecológicos y tafonómicos que actuaron en el pasado y las reconstrucciones paleoambientales de la región realizadas a partir de la ostracofauna.

Palabras claves: tafonomía actualista, ostrácodos, ecología, laguna costera, Mar Chiquita, Buenos Aires

Summary

Actualistic taphonomy is the discipline that studies the processes of death, decomposition and burial of organisms in modern environments, with the aim of facilitating the interpretations of paleontological patterns identified from the fossil record. Work on ostracod taphonomy has increased in recent years, but studies on modern faunas in coastal environments are still scarce, which prevents having a good ecological and environmental characterization that can be used as a modern analogue to make paleoenvironmental inferences. In this sense, the Mar Chiquita coastal lagoon is relevant because it is the only modern analogue of many environments developed on the coast of the province of Buenos Aires during the last transgressive-regressive marine cycle.

For this doctoral thesis, the general objective was to evaluate the potential of ostracods as indicators of past environments from the analysis of ecological and taphonomic aspects. To comply with this, 140 samples of surface sediment were studied from 7 sites located in the estuarine channel of the lagoon, between 2017 and 2018. The sampling was complemented with sedimentological determinations and analyzes of physical-chemical variables.

46 taxa were identified, 4 of which were found alive at the time of sampling in a wide range of conductivity, which was from 1 to 45 mS/cm. In decreasing order of abundance they were: *Callistocythere asperereticulata*, *Cyprideis salebrosa hartmanni*, *Cytherura dimorphica* and *Limnocythere cusminskyae*; being the first and the last recorded for the first time living in an estuarine environment. The values of temperature, salinity and pH were found within the ranges previously reported for this lagoon. There were no differences between the conductivity and pH values between the different sampling sites, which could be due to the intense rains that occurred in the aforementioned sampling period.

The differences found in the Δ_j ratio were interpreted as a greater fragility of the juvenile specimens of the smaller taxa that makes them more susceptible to destruction and spatial displacement due to the hydrodynamics of the environment. The sites closest to the mouth presented a lower abundance of ostracods compared to the more internal sites, this is probably due to the fact that in the former the environmental energy is greater and the characteristics of the substrate make them less prone to the development of ostracofauna. *C. salebrosa hartmanni* was positively related to salinity,

while *C. asperereticulata* was related to the environmental variables pH and temperature in ranges similar to those described for species of the same genus in estuaric environments.

The living species in the estuarine channel of the Mar Chiquita coastal lagoon are well represented in the death assemblages, however slight differences between sites could be explained by variations in the reworking of the sediment of the shell cords of the berm of the estuary channel due to erosive factors and environmental energy and in the contribution of life assemblages to death assemblages. The taphonomic analysis of *C. salebrosa hartmanni* reflected good preservation with respect to fragmentation and disarticulation, probably due to the intrinsic characteristics of the taxon and environmental factors; while the surface alteration was greater near the lacunar body, perhaps due to the interaction of some ions and the suspended solids that cement on the valves.

It was experimentally determined that dissolution and opacity only occur at acidic pH. Dissolution in *C. salebrosa hartmanni* was not affected by ontogenetic stage; On the other hand, in adults of *C. salebrosa hartmanni* it was lower compared to specimens of *C. asperereticulata*. Dissolution occurred mainly in the anterior margin in the first taxon and in the depression zones of the reticulate in the second. Opacity was lower in adult specimens of *C. asperereticulata* than in adults of *C. salebrosa hartmanni*, probably due to the difficulty of recording changes due to dissolution. Additionally, it was experimentally determined that disarticulation in specimens of *C. salebrosa hartmanni* was greater in juveniles than in adults, but was similar between adult specimens of both taxa, possibly due to their complex and robust hinges and the prevalence of adductor muscles.

The integration of the results of this research constitutes a significant advance in the discipline and will contribute to improving the quality of the interpretations of the ecological and taphonomic factors that acted in the past and the paleoenvironmental reconstructions of the region carried out from the ostracofauna.

Keywords: actualistic taphonomy, ostracods, ecology, coastal lagoon, Mar Chiquita, Buenos Aires

1. Tafonomía Actualista

La tafonomía actualista es la disciplina que estudia los procesos de muerte, descomposición y enterramiento de los organismos en ambientes modernos, con el objetivo de facilitar las interpretaciones de los patrones paleontológicos identificados a partir del registro fósil (Kowalewski & LaBarbera, 2004). Esta disciplina ha experimentado un desarrollo favorable en las últimas cuatro décadas, impulsado esencialmente por el auge de estudios experimentales, tendientes a facilitar el reconocimiento de tafofacies (De Francesco *et al.*, 2020). Las tafofacies representan unidades sedimentarias distinguidas por las características preservacionales de los fósiles que contienen (Brett & Speyer, 1990). Estas características preservacionales se cuantifican por medio de escalas semicuantitativas (grados tafonómicos) basadas en diferentes atributos tafonómicos (desarticulación, fragmentación, disolución, bioerosión, incrustación, entre otros), los que pueden tener su origen en procesos físicos, químicos y biológicos.

Gran parte del conocimiento generado por la tafonomía actualista proviene de estudios llevados a cabo con moluscos (principalmente bivalvos) en ambientes marinos y estuáricos poco profundos (e.g., Kidwell & LaBarbera, 1993; Kowalewski & LaBarbera, 2004; Kowalewski & Rothfus, 2012 y referencias allí). Otros grupos, como braquiópodos, artrópodos, equinodermos y foraminíferos bentónicos, al día de hoy se hallan subrepresentados en la literatura científica (Parsons Hubbard *et al.*, 2011). Debido a que los procesos tafonómicos varían mucho según el tipo de organismo y la naturaleza de los ambientes depositacionales, entre otros factores, se hace necesario confeccionar estrategias de investigación específicas para cada caso (Kowalewski, 2009). Estos estudios han permitido caracterizar los ensambles de muerte (EMs) como conjuntos de restos biológicos, taxonómicamente identificables, localizados en un mismo ambiente y que poseen la información de generaciones actuales y pasadas de organismos que han vivido en un área, ya sea de forma temporal o permanente (Kidwell, 2013). La abundancia de diferentes taxones dentro del ensamble puede verse alterada por una preservación diferencial de los restos y su mezcla espacio-temporal, entre otras causas. Los efectos de los procesos tafonómicos sobre los restos dependen en gran medida de la resistencia a la destrucción de estos últimos. Las partes duras presentan un registro más completo respecto a las partes blandas, pero son más susceptibles a la mezcla espacio-temporal; ya que pueden persistir en la interfase agua-sedimento durante un lapso lo suficientemente largo como para atravesar múltiples eventos de retrabajamiento y un extenso

transporte *post-mortem*. No obstante, las partes duras registran de manera más confiable características estratigráficas, biogeográficas y morfológicas a gran escala (Kowalewski, 1997).

A propósito de la mezcla temporal de los EMs, un concepto relevante es el de *time averaging*, descrito como el proceso mediante el cual los restos de organismos no contemporáneos procedentes de una comunidad viva local logran ser conservados conjuntamente (Ritter & Erthal, 2016). Esto se debe a que las tasas netas de acumulación de sedimento son mayores que las tasas de incorporación de los restos biológicos (provenientes de organismos que mueren) que se acumulan (Walker & Bambach, 1971). El aporte de nuevo material muerto puede ser continuo o discontinuo, donde cada cohorte se halla sujeta a procesos tafonómicos. Por otro lado, la composición de los restos que ingresan al EM dependerá tanto de las fluctuaciones en la composición de la comunidad viva local como de los cambios en el ambiente. De esta forma, la abundancia de restos biológicos en un EM es distinta a la de la comunidad viva de la cual proviene para un momento determinado (Kidwell, 2001). Los factores extrínsecos, tales como la variación en las tasas de sedimentación y la destrucción tafonómica, ejercen mayor control sobre el *time averaging*. En ambientes marinos, numerosos estudios llevados a cabo con conchas de moluscos y braquiópodos de superficie y de depósitos cuaternarios, evidenciaron que, como regla, el *time averaging* de los EMs varía en una escala de 10^2 – 10^4 años. La distribución de edades en los EMs se caracteriza por presentar una curva fuertemente sesgada a la derecha, es decir que está dominada por ejemplares depositados más recientemente, siendo las conchas más antiguas progresivamente menos comunes. Este hecho establece un límite para las conclusiones que pueden extraerse a partir del estudio de los EMs, ya que, por su resolución temporal, las reconstrucciones solo pueden efectuarse en términos de grandes tendencias (Carroll *et al.*, 2003; Krause *et al.*, 2010).

Los estudios desarrollados en el marco de la tafonomía actualista también han permitido reconocer la existencia de una zona tafonómicamente activa (TAZ, de sus siglas en inglés; *Taphonomically Active Zone*), donde se produce la mayor destrucción de los restos a causa de procesos físicos, químicos y biológicos. La TAZ en los sistemas bentónicos, convencionalmente, se ubica inmediatamente por debajo de la interfase agua-sedimento (Davies *et al.*, 1989); mientras que en los sistemas pelágicos, donde los restos de los organismos experimentan un deterioro importante a causa de la disolución antes de alcanzar dicha interfaz, la TAZ incluye a la columna de agua (Petro *et al.*, 2018). La TAZ es diferente para cada grupo de organismos; y su extensión vertical se halla condicionada por diferentes factores, entre los que destacan la granulometría y la porosidad del sedimento (Walker & Goldstein, 1999). Del conjunto de restos que ingresan a la TAZ, una parte serán enterrados más allá de su límite inferior, marcado por la profundidad de enterramiento final (DFB, de sus siglas en inglés; *Depth*

of Final Burial) (Olszewski, 2004). La DFB constituye el punto más profundo por debajo del cual los restos sólo quedan sujetos a los procesos propios de la diagénesis fósil. No obstante, una fracción de estos restos puede volver a la TAZ pasando nuevamente por un conjunto de filtros tafonómicos y siendo reelaborados (Martin, 1999; Bottjer, 2016). Gran parte de los estudios tafonómicos realizados han sido desarrollados por encima de la interfaz agua-sedimento; de modo que, en la actualidad, la información sobre los procesos que ocurren por debajo de la misma es limitada (De Francesco *et al.*, 2020).

La tafonomía actualista incluye tanto aproximaciones observacionales como experimentales. Dentro de estas últimas, existen aproximaciones a campo y en laboratorio. Los experimentos de laboratorio garantizan efectuar un seguimiento controlado; mientras que en los estudios de tafonomía experimental que tienen lugar en el medio natural (estudios de campo), los restos de organismos se exponen a un constante y completo conjunto de condiciones ambientales biológicas, químicas, y físicas asociadas entre sí.

Dependiendo de los factores intrínsecos, relacionados con la biología de los organismos, como el plan corporal, el comportamiento o la mineralogía esquelética, entre otros, los restos biológicos se hallan sujetos de forma variable a los efectos de los diferentes procesos tafonómicos (Kidwell & Bosence, 1991; Best & Kidwell, 2000). Por tal motivo, al efectuar comparaciones tafonómicas se sugiere la utilización de un taxón *target*, para evitar posibles sesgos vinculados con los diferentes factores intrínsecos entre distintos taxones (De Francesco *et al.*, 2020). Incluso se ha determinado que diferentes modos de vida (e.g., infaunal versus epifaunal) para un mismo taxón dentro de un mismo ambiente, pueden modificar significativamente sus signaturas tafonómicas (Lazo, 2004; Lockwood & Work, 2006).

Hoy en día han cobrado gran relevancia los estudios de fidelidad, los cuales consisten en la comparación morfológica, taxonómica y/o ecológica de los ensamblajes de vida (EVs) y los EMs. Estos análisis se efectúan a una escala específica y para una determinada comunidad, población o especie. En este contexto, es que muchos de los estudios de fidelidad se están utilizando para la obtención de información histórica sobre los ecosistemas actuales. El grado de fidelidad vivo-muerto se emplea para identificar cambios espacio-temporales en la biodiversidad local y discriminar entre impulsores naturales y/o antropogénicos de dichos cambios y su magnitud (e.g., Kidwell, 2007; Kidwell, 2013, Kidwell & Tomašových, 2013; Kidwell, 2015), lo que forma parte de la paleobiología de la conservación, una disciplina relativamente nueva que se vale de la aplicación de las teorías y herramientas de análisis de la paleontología, para brindar soluciones a los problemas relacionados con la conservación de la biodiversidad (Dietl & Flessa, 2011).

La paleobiología de la conservación favorece la comprensión de las comunidades vivientes y brinda una base de conocimiento para encauzar de forma eficiente los esfuerzos de restauración; y de esta forma proteger su futuro. En este sentido, el enfoque de la paleobiología de la conservación permite que la información histórica de un ambiente sea de utilidad para distinguir el impacto humano de la variación natural del sistema, favoreciendo la comprensión y predicción de las consecuencias ecológicas de la alteración de la abundancia y distribución de especies, así como los efectos a largo plazo de las invasiones biológicas, los riesgos de extinción y dinámicas adaptativas de los organismos bajo una amplia gama de condiciones ambientales (Kowalewski, 2009; Dietl & Flessa, 2011).

Contrariamente a lo que ocurre para el ambiente marino, la bibliografía científica que aborda aspectos tafonómicos en ambientes dulceacuícolas y costeros utilizando ostrácodos se ha desarrollado recientemente (Kaesler *et al.*, 1993; Kontrovitz *et al.*, 1998; Bailey *et al.*, 2005; Michelson & Park, 2013; Piazza Meireles *et al.*, 2014; Michelson *et al.*, 2018; Carvalho da Luz *et al.*, 2021). Sin embargo, resultan prácticamente inexistentes los trabajos tafonómicos sobre la ostracofauna moderna de la Argentina, lo que limita la comprensión del modo en que los ostrácodos pasan a formar parte del registro sedimentario en ambientes que tienen valor como análogos modernos. En este sentido, de los ambientes mixohalinos de la Argentina, Mar Chiquita es relevante por ser la única albufera del país, y por lo tanto el único análogo moderno de muchos de los ambientes que se desarrollaron en la costa de la provincia de Buenos Aires durante el último ciclo transgresivo-regresivo marino.

2. Ostrácodos

Los ostrácodos (Clase Ostracoda, Latreille 1802) son pequeños crustáceos que poseen un caparazón constituido por dos valvas articuladas dorsalmente que cubren por completo las partes blandas, y cuya naturaleza es quitinocalcárea. El mismo posee un elevado potencial de preservación en los sedimentos, lo que hace que este grupo presente uno de los registros paleontológicos más completos; extendiéndose desde el Ordovícico hasta el presente (Rodríguez Lázaro & Ruiz Muñoz, 2012).

Los ostrácodos representan el grupo de crustáceos más diverso. En la actualidad se conocen alrededor de 65.000 especies entre las vivientes y las fósiles; de las cuales 30.000 son modernas (Brusca *et al.*, 2016), de estas últimas 2090 especies son continentales (Martens & Savatentalinton, 2011) mientras que las restantes son marinas. Estos organismos están ampliamente distribuidos en ambientes acuáticos, desde las profundidades de los océanos hasta ambientes estancados permanentes o temporarios (incluyendo charcas conteniendo poca agua hasta grandes lagos), ríos, arroyos, estuarios y aguas subterráneas; con especies y géneros que viven en rangos de salinidad bien definidos, desde el agua dulce hasta rangos hiperhalinos (Figura 2.1) (Armstrong & Brasier, 2005).

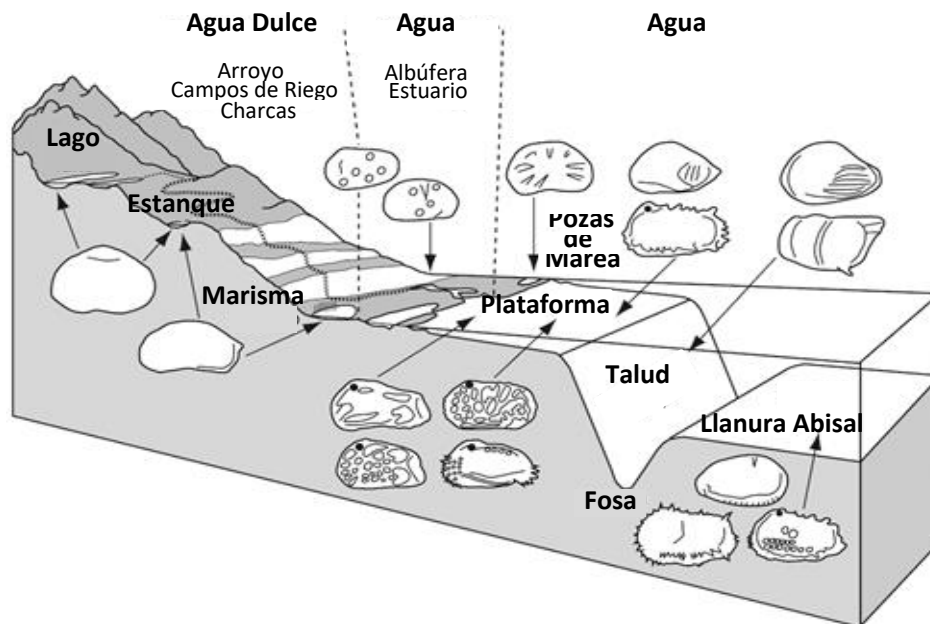


Figura 2.1- Gradiente de ambientes habitados por ostrácodos, desde el continente hasta las profundidades marinas. Modificado de Benson (2003).

La mayoría de las especies forman parte de la microfauna bentónica o nectobentónica, intersticial y litoral. Con frecuencia se las encuentra en fondos barrosos, entre hojas en descomposición o asociadas con algas o vegetación acuática. Los ostrácodos de hábitos bentónicos son epifaunales o infaunales, aunque algunas especies también pueden nadar cortas distancias. Las especies planctónicas son comunes en ambientes marinos, y raramente se encuentran en aguas continentales (Delorme, 1991; Mesquita Joanes *et al.*, 2012).

Las especies pertenecientes al orden Podocopida Sars, 1866 son utilizadas como indicadores paleoambientales, particularmente en ambientes marino marginales y en la definición de antiguas líneas de costa (Frenzel & Boomer, 2005). Muchos taxones son empleados en estudios de contaminación ambiental, dado que las especies euríticas se tornan dominantes a medida que la polución se incrementa (Moguilevsky & Whatley, 1995; Laprida & Ballent, 2008).

El caparazón de los ostrácodos, cuando se halla totalmente cerrado, ofrece protección contra potenciales depredadores, y en algunas especies, resistencia a la desecación del ambiente (Meisch, 2000); también brinda estabilidad en las especies bentónicas y un área de anclaje para la musculatura (Karanovic, 2012) (Figura 2.2).

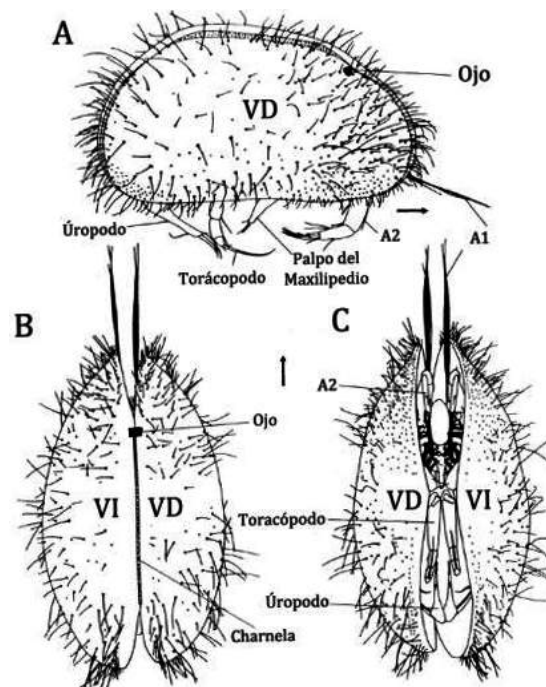


Figura 2.2- Estructura general de un ostrácodo. A: vista lateral, B: vista dorsal, C: vista ventral. Las flechas indican la posición anterior. Referencias: VD: valva derecha; VI: valva izquierda. Modificado de Meisch (2000).

Cada valva consta de dos lamelas, una externa y otra interna, separadas por un espacio denominado vestíbulo. La lamela externa secreta carbonato de calcio en toda su extensión, en tanto que la interna sólo se halla calcificada en la región periférica. Esta parte calcificada de la lamela interna, cuyo desarrollo es variable, puede estar total o parcialmente fusionada a la lamela externa (Figura 2.3).

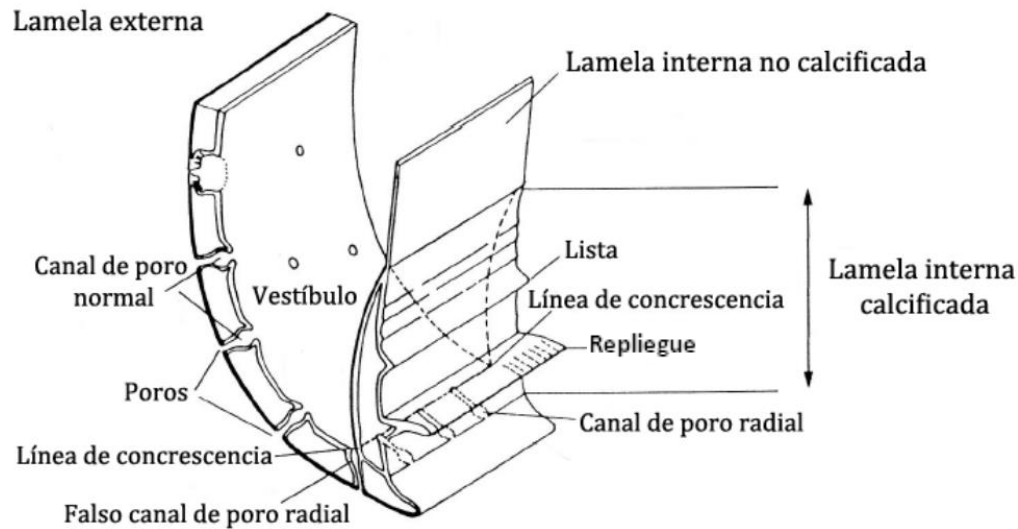


Figura 2.3- Detalle de la estructura de una valva. Modificado de Meisch (2000).

La superficie interna de la lamela externa calcificada presenta una variedad de marcas o hendiduras producidas por partes blandas. Las impresiones más conspicuas son las que corresponden a los músculos aductores. Estas presentan un diseño característico que refleja el número y disposición de las fibras musculares, constituyendo un rasgo de gran importancia sistemática (Figura 2.4).

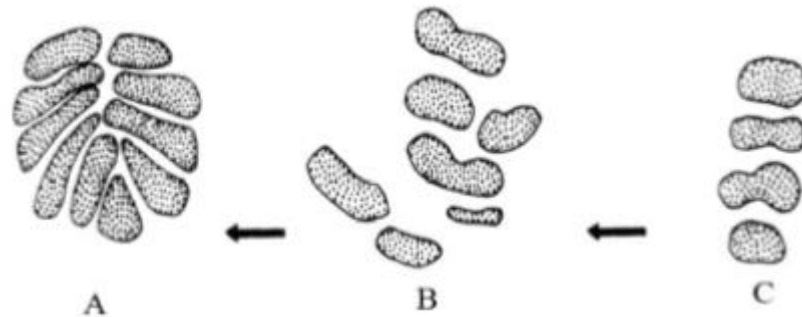


Figura 2.4- Impresiones musculares. A: superfamilia Darwinuloidea, B: superfamilia Cypridoidea, C: superfamilia Cytheroidea. Las flechas indican la parte anterior del caparazón. Tomado de Meisch (2000).

En los ostrácodos se definen una valva derecha y otra valva izquierda. Las valvas se unen a lo largo del margen dorsal por medio de un ligamento interior elástico y la charnela, que las articula e impide su desplazamiento relativo además de tener valor taxonómico. Las charnelas pueden ser clasificadas en tres tipos básicos: adonta, simples y formadas por un solo elemento; merodonta, formadas por tres elementos (dientes o fosetas laterales y surco o barra medial); y anfidonta, compuestas y formadas por cuatro elementos (Figura 2.5).

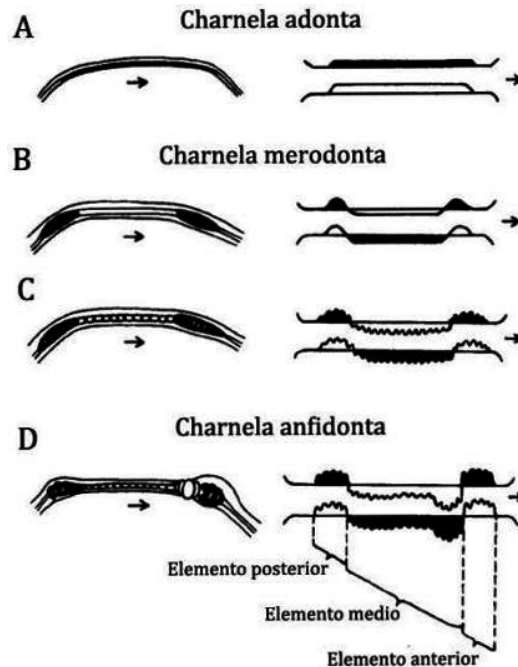


Figura 2.5- Tipos de charnela. A: charnela adonta, B: charnela merodonta, C: charnela anfidonta. El lado derecho muestra esquemas simplificados. La dirección de las flechas indica la posición anterior.

Modificado de Armstrong & Brasier (2005).

Generalmente, las valvas suelen ser más largas que altas, presentando un contorno subelíptico, reniforme o subrectangular; sin embargo, las formas planctónicas, en vista lateral, son típicamente subcirculares (Laprida & Ballent, 2008). La lamela externa está atravesada por finos canales que dan paso a setas sensoriales o a productos de glándulas secretoras. En la zona marginal también existen canales que se originan en la línea de concrecencia y alcanzan el margen externo y llevan setas. La superficie externa de la valva puede ser lisa o presentar ornamentaciones. Los márgenes pueden ser lisos o denticulados o pueden llevar pústulas (pequeñas proyecciones irregulares). Los patrones de ornamentación constituyen una importante característica taxonómica a nivel de especie y subespecie (Yassini & Jones, 1995). Su grado de desarrollo está influenciado por factores ambientales como la

biodisponibilidad de Ca^{+2} , la salinidad o la temperatura; pudiendo variar entre individuos de una misma especie.

El crecimiento de los ostrácodos es discontinuo y está dado por un número característico de mudas que, en la mayoría de las especies, son ocho entre la eclosión y la madurez sexual (Meisch, 2000). El caparazón es eliminado periódicamente y reemplazado por otro mayor, conforme a las nuevas dimensiones del cuerpo.

Existen tres estrategias reproductivas en ostrácodos. La reproducción sexual implica fertilización interna de las hembras por parte de los machos de una misma población. Dicha estrategia tiene lugar con el incremento de la estabilidad ambiental, siendo más común en especies marinas y especies que habitan en las profundidades de grandes lagos. La reproducción partenogenética (sin la participación de machos), que es relativamente frecuente, permite a los taxones colonizar más fácilmente los cuerpos de agua no permanentes. La partenogénesis se ha descrito como forma exclusiva de reproducción para un grupo del cual se desconoce la existencia de machos (Familia Darwinulidae). Un tercer tipo de estrategia es la reproducción mixta, en la cual una especie puede tener reproducción tanto sexual como partenogenética, dependiendo de las condiciones imperantes. Las tres estrategias reproductivas coexisten en ambientes no marinos (Cohen & Morin, 1990; Horne *et al.*, 1998; Horne & Martens, 1998; Horne *et al.*, 2002; Laprida & Ballent, 2008).

El dimorfismo sexual es común entre los ostrácodos, presentando diferencias tanto de forma como de tamaño, en los caparazones de machos y hembras. Estas diferencias se relacionan con el desarrollo de los órganos reproductores en los machos y con la presencia de cámaras de cría en las hembras (Laprida & Ballent, 2008) (Figura 2.6).

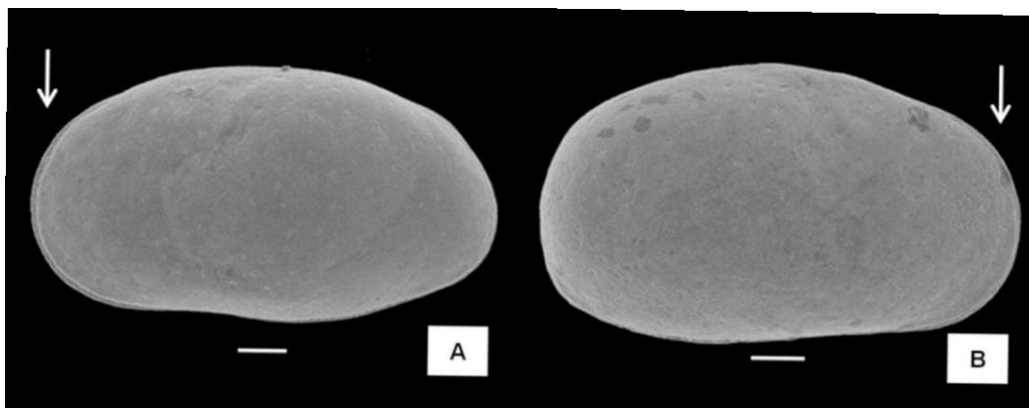


Figura 2.6- Vista externa de una valva masculina (A) y una valva femenina (B) de *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez, 1967. La flecha indica el extremo anterior. Escala: 100 μm .

La presencia y abundancia de diferentes taxones de ostrácodos se relaciona con las características biológicas y fisicoquímicas de los ambientes que habitan. Estas últimas incluyen el nivel de energía del medio, la temperatura, el tipo de sustrato y de vegetación, la salinidad del agua, su composición iónica, pH y concentración de oxígeno disuelto (Benzie, 1989; Holmes, 1992; Palacios Fest *et al.*, 1994; Griffiths & Holmes, 2000; Kiss, 2004; Boomer *et al.*, 2006; Trochine *et al.*, 2008; Laprida & Ballent, 2008; Gouramanis & De Deckker, 2010; Mormul *et al.*, 2010; Mesquita Joanes *et al.*, 2012; Holmes & De Deckker, 2012; Mazzini *et al.*, 2014).

El nivel de energía del ambiente representa un factor relevante en la distribución de algunos grupos. La mayoría de los taxones prefieren medios de baja energía y poco turbulentos (Holmes, 1992). La temperatura es otro factor importante en la distribución de los ostrácodos, afectando en gran medida su supervivencia, crecimiento y reproducción. Aunque la mayoría de los taxones son estenotermos, algunos toleran rangos relativamente variables de temperatura (Mesquita Joanes *et al.*, 2012). Las características del sustrato influyen en la distribución de ostrácodos bentónicos. La abundancia de este grupo se reduce al incrementar la cohesividad del sustrato, debido a la dificultad para desplazarse a través de él y a una limitación en la circulación intersticial y difusión del oxígeno (Palacios Fest *et al.*, 1994). Por otro lado, la presencia de vegetación incrementa la heterogeneidad del ambiente debido a una mayor complejidad estructural (Benzie, 1989; Trochine *et al.*, 2008). Las macrófitas ofrecen microhábitats y fuentes de alimento para los ostrácodos, como también sustratos para la depositación de huevos y refugios ante los depredadores (Kiss, 2004; Mormul *et al.*, 2010, Mazzini *et al.*, 2014).

La salinidad es uno de los factores que ejerce mayor control sobre la distribución de los ostrácodos en ambientes marinos y marinos marginales. Es una de las características más estables en el ambiente marino, donde las asociaciones alcanzan la mayor diversidad. En ambientes marinos marginales se observa una menor diversidad. En estos ambientes habitan géneros típicos de aguas salobres, como también géneros de afinidades marinas y no marinas que toleran respectivamente el descenso y ascenso de la salinidad (Laprida & Ballent, 2008). Con relación al pH, generalmente, los ostrácodos se hallan ausentes a valores inferiores a 5 en ambientes marinos y marinos marginales, porque la absorción de calcio para la calcificación del caparazón es difícil en aguas ácidas (Griffiths & Holmes, 2000; Boomer *et al.*, 2006). Además, se presume que en algunas especies, la alcalinidad podría afectar la absorción de algunos oligoelementos (Gouramanis & De Deckker, 2010). La composición iónica del medio también es un factor relevante, dado que la presencia y biodisponibilidad de especies químicas como el Ca^{+2} y el HCO_3^- son fundamentales para la apropiada constitución mineralógica del

caparazón de un ostrácodo. A su vez, la composición iónica del agua condicionará qué otros oligoelementos y en qué proporción serán coprecipitados e incorporados en los cristales de calcita (Holmes & De Deckker, 2012). La concentración de oxígeno disuelto también controla la distribución de los ostrácodos. El oxígeno disuelto en la interfase agua-sedimento está en equilibrio con el de la columna de agua suprayacente, descendiendo pocos centímetros por debajo. Por esta razón, la mayoría de los ostrácodos bentónicos habitan en los primeros 2-3 cm por debajo de la superficie (Laprida & Ballent, 2008).

Otros factores que influyen la distribución y abundancia de los ostrácodos son la disponibilidad de alimento y la presencia de depredadores (Holmes, 1992). Los ostrácodos son organismos omnívoros oportunistas, consumiendo, en función de la oferta alimenticia, protistas, algas, crustáceos de pequeño tamaño, larvas o materia orgánica disuelta. La mayoría de las especies poseen hábitos filtradores, detritívoros y depositívoros, aunque algunas suelen tomar el alimento a partir de conductas activas de caza o ramoneo en las que participan la mayor parte de los apéndices cefálicos. Además, se han descrito taxones comensales y parásitos (Laprida & Ballent, 2008). Por otro lado, los ostrácodos son depredados por diversos organismos como gasterópodos, bivalvos, crustáceos, equinodermos y peces, a pesar de que constituyen un porcentaje reducido de la dieta de estos grupos (Leal, 2008).

En ambientes de mezcla, los ostrácodos son el grupo animal más abundante junto con los nematodos (Köhler & Arlt, 1984; Radziejewska & Drzycimski, 1988) y los representantes de la meiofauna acuática con mayor potencial de fosilización junto a los foraminíferos (Benson, 1961). Los ostrácodos de aguas salobres se caracterizan por ser euritérmicos y eurihalinos, con capacidad para regular bajo diferentes mecanismos fisiológicos su osmolaridad (Aladin, 1993). Algunos de los géneros cosmopolitas de este tipo de ambientes incluyen a *Cyprideis*, *Loxoconcha*, *Leptocythere*, *Heterocypris*, *Xestoleberis* y *Sarscypridopsis*; los cuales poseen aplicaciones en monitoreos ecológicos y en reconstrucciones paleoambientales, particularmente en la determinación de los cambios en el nivel del mar ocurridos durante el Pleistoceno y el Holoceno (Anadón *et al.*, 2002; Frenzel & Boomer, 2005; Salel *et al.*, 2016). La abundancia de ostrácodos en ambientes marinos y estuáricos normalmente alcanza valores extremadamente elevados y frecuentemente las asociaciones son casi o totalmente monoespecíficas, habiendo menos de 10 especies por estación (Horne & Boomer, 2000). Después de la salinidad, el sustrato es el principal factor que controla la distribución de ostrácodos en ambientes estuáricos (Ruiz *et al.*, 2000; Boomer & Eisenhauer, 2002).

3. Antecedentes

Los ostrácodos han sido estudiados relativamente bien en la provincia de Buenos Aires, y se han publicado numerosos trabajos tanto sobre fósiles como actuales. Entre los primeros, existen varios trabajos en los que, sobre el reconocimiento de los ensambles de ostrácodos, se reconstruyó la evolución de paleoambientes vinculados con las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario tardío. Sobre la base del estudio de asociaciones de los foraminíferos y ostrácodos de dos perforaciones realizadas al sur de la laguna Mar Chiquita se efectuó una interpretación de la evolución ambiental, donde se reconocieron ambientes marinos litorales de energía elevada que gradaban a ambientes estuáricos y finalmente a ambientes salobres de menor energía con una fuerte influencia continental, que fueron asignados a facies de playa y de laguna costera depositadas durante la última transgresión pleistocena (Ferrero, 2009). El análisis de ostrácodos y moluscos presentes en los depósitos marinos marginales de las planicies costeras bonaerenses permitió identificar la existencia de paleoambientes de agua fría y baja salinidad para el límite Pleistoceno-Holoceno y ambientes de salinidad inferior a la de las aguas marinas para el Holoceno Medio y Tardío (Aguirre & Whatley, 1995). En la región costera, al noreste de la provincia, se estudiaron distintas secuencias aflorantes asignadas al Holoceno. Estudios de los ensambles y signaturas tafonómicas de los ostrácodos en tres afloramientos asignados a la Formación Las Escobas permitieron reconocer ambientes de depositación marinos litorales de alta energía, ambientes mixohalinos de baja energía asociados a un sistema de islas de barrera y pantanos de muy baja energía, parcialmente reductores (Bertels Psocka & Laprida, 1998c; 1998d). En la misma región, en un afloramiento asignado a la misma formación Ramos *et al.* (2019) reconocieron, sobre la base del estudio de ostrácodos y foraminíferos, ambientes salobres que permitieron extender la influencia marina durante la transgresión marina holocena más al oeste. Mientras que, en un testigo extraído mar adentro se pudieron reconocer distintos estadios que permiten postular una caída escalonada del nivel durante el Holoceno Tardío (Laprida *et al.*, 2007). En la región de Bahía Blanca, se efectuaron algunos estudios que vinculan los cambios en el nivel del mar durante el Holoceno Tardío con la formación de ambientes de depositación de energía y sedimentación variables (Bertels & Martinez, 1990), y variaciones en la depositación en un ambiente estuárico intermareal (Kihn & Gomez, 2015a), y con perturbaciones cortas del clima global (Gómez *et al.*, 2005). A partir de un trabajo

efectuado en el río Quequén Grande (Ferrero, 1996) y en Las Brusquitas (Márquez *et al.*, 2016) se reconocieron ambientes costeros depositados durante la transgresión holocena.

Muchos de los estudios llevados a cabo en la provincia de Buenos Aires desde finales del siglo pasado se focalizaron en la exploración y descripción de las faunas presentes, incluyendo una revisión de la familia Leptocytheridae (Whatley & Moguevsky, 1975), la descripción de nuevos géneros y especies de cytheroideos (Whatley *et al.*, 1987) y de numerosos taxones del litoral y plataforma continental (Whatley *et al.*, 1997). Se describió un nuevo género y una nueva especie (*Frenguellicythere argentinensis*) para el Holoceno marino de Bahía Blanca (Bertels Psocka & Martínez, 1999), dos especies (*Oculocytheropteron escobasensis* y *Quadracythere gloriaensis*) en la región nordeste de la provincia de Buenos Aires (Bertels Psocka & Laprida 1998a; 1998b), cuatro especies (*Perissocytheridea whitensis*, *Cushmanidea echevarriae*, *Minicythere argentinensis* y *Cytherura dimorphica*) en la desembocadura del arroyo Napostá Grande (Bertels & Martínez, 1997), y dos especies (*Pampacythere multiperforata* y *Pampacythere solum*) para el Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano en el cordón litoral entre Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Mar del Plata (Whatley & Cholich, 1974). También se describió un nuevo género viviente (*Amphicypris*) en la laguna Caliba (Fontana & Ballent, 2005), y tres nuevas especies, una (*Cyprideis hartmanni*) en la laguna Chascomús (Ramírez, 1967), otra (*Chlamydotheca arcuata*) en arroyo La Matilde y Parque Pereyra Iraola (Díaz & Lopretto, 2011) y una tercera (*Limnocythere cusminskyae*) en el arroyo Chico (Ramón Mercau *et al.*, 2014).

Con relación a trabajos de índole ecológica, un estudio cualitativo efectuado en 15 cuerpos de agua continentales de la Pampa Deprimida, incluyendo la cuenca inferior del río Salado y el litoral de la bahía de Samborombón, relacionó la distribución de las especies actuales con las condiciones ambientales, determinando que las mismas prefieren una calidad de agua particular en términos de salinidad e iones dominantes (Laprida, 2006). En el estuario de Bahía Blanca, el análisis de Los ensambles de ostrácodos recuperados de muestras de depositación actual permitió concluir que la composición faunística y las variaciones cuantitativas se relacionan con la topografía, sedimentología, vegetación, variaciones de salinidad y la energía del ambiente (Martínez, 2005; Kihn *et al.*, 2017b); así como que no existe correlación entre la presencia y tipo de marcas de depredación en las valvas y el tamaño de la presa y su ornamentación (Kihn & Gómez, 2015b); pero sí entre el reporte de grandes y prolíficas poblaciones de *Cyprideis salebroso* y un elevado grado de eutrofización del ambiente (Kihn, 2017).

4. Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el potencial de los ostrácodos como indicadores de ambientes pasados desde el análisis de aspectos ecológicos y tafonómicos.

Objetivos específicos:

1. Evaluar las variables físico-químicas y sedimentológicas que condicionan la distribución y la preservación de los ostrácodos.
2. Conocer la composición de las comunidades de ostrácodos a lo largo de un gradiente de salinidad.
3. Determinar qué especies componen el registro sedimentario superficial y evaluar la fidelidad taxonómica representada en los mismos.
4. Evaluar experimentalmente cómo afectan al grado de preservación de los ostrácodos la energía ambiental y el pH.

Hipótesis:

1. Los factores abióticos en los ambientes bajo estudio condicionan la distribución de los taxones de ostrácodos.
2. Las alteraciones tafonómicas no tienen un efecto significativo en estos ambientes, por lo que las tanatocenosis reflejan fielmente las biocenosis.
3. En medios acuáticos turbulentos, donde la energía ambiental es mayor, la preservación de las valvas se ve afectada.
4. Una charnela más compleja garantiza mayor resistencia al estrés mecánico.
5. Existe una relación inversa entre las dimensiones de las valvas y la alteración que experimentan ante la energía y la acidez del medio.

5. Área de Estudio

La zona comprendida por la laguna costera Mar Chiquita y sus alrededores fue declarada Reserva Mundial de Biosfera “Parque Atlántico Mar Chiquito” por MAB-UNESCO en abril del año 1996. La laguna cuenta con una cuenca tributaria de 10.000 km² y posee una superficie de 60 km², con un largo máximo de 25 km, un ancho máximo de 5 km y una profundidad máxima de 3 m (Stutz *et al.*, 2006). Se localiza en el partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires (37°42'S; 57°25'O). En la laguna costera Mar Chiquita descargan varios cursos de agua poco caudalosos (arroyos Grande, Canal 7, Dulce y Vivoratá) haciendo que la laguna sea el principal reservorio que conecta los mismos con el océano. La laguna puede ser dividida en dos ambientes bien diferenciados, un cuerpo lagunar, donde la acción de la marea es insignificante; y un sector de características netamente estuariales. El límite entre ambos ambientes es sumamente variable, definiéndose por la conjunción de la amplitud de mareas, las condiciones meteorológicas (viento y precipitaciones) y el aporte de agua dulce de los arroyos (Figura 5) (Reta *et al.*, 2001).

La laguna Mar Chiquita posee una forma irregular y alargada en dirección NE-SO de la cabecera a la desembocadura. El área donde se localiza es llana, con una leve pendiente hacia el este. Sus principales rasgos positivos son las dunas de limo al oeste y los médanos de arena que constituyen una barrera litoral al este; mientras que los rasgos negativos son la laguna Mar Chiquita y una depresión conectada a ella (La Lagunita) (Isla & Gaido, 2001).

La laguna Mar Chiquita se desarrolló sobre una planicie costera que se extiende al pie del Sistema de Tandilia. Hace 120.000 años el incremento del nivel del mar, como resultado de la deglaciación pleistocena Sangamoniana, generó depósitos de playas, lagunas costeras y médanos (Isla & Gaido, 2001). Luego de este periodo interglacial, el nivel del mar descendió a un mínimo de -100 m, donde las condiciones áridas condujeron al depósito de limos arenosos en un ambiente oxidante. Durante el Holoceno, las precipitaciones se incrementaron favoreciendo el desarrollo de suelos ricos en materia orgánica. Posteriormente, el nivel del mar aumentó hasta alcanzar su máximo a los 6000-6500 años AP, dando lugar posteriormente a un proceso de descenso del mismo hasta alcanzar la posición actual (Fasano *et al.*, 1982). Algunos autores proponen que durante este ciclo regresivo se fue desarrollando gradual y linealmente una barrera litoral desde Villa Gesell hasta Mar de Cobo que delimitaba el entorno estuárico y que cerró el ambiente lagunar separándolo del mar (Schnack *et al.*,

1982; Violante & Parker, 1993); mientras que otros proponen en su lugar la hipótesis de dicha delimitación se corresponde a una evolución geomorfológico litoral que dio lugar a un sistema de islas de barrera (Stutz *et al.*, 2006). Las dimensiones de la laguna en su porción norte y sur fueron reduciéndose hasta la actualidad (Fasano *et al.*, 1982).

El sustrato de la marisma superior de la laguna costera (plana marginal) está constituido por depósitos de conchas marinas y estuáricas de moluscos, depositadas durante la última regresión marina durante el Holoceno Tardío (Fasano *et al.*, 1982; Schnack *et al.*, 1982). En estos depósitos se encuentran conchas de bivalvos articuladas y en posición de vida que han sido interpretadas como conjuntos autóctonos (Fasano *et al.*, 1982). A lo largo de los bordes de la laguna, el retrabajamiento de los sedimentos que contienen estas conchas fósiles, por parte de factores erosivos, genera la depositación de las mismas en EM modernos en la zona litoral (De Francesco & Hassan, 2008).

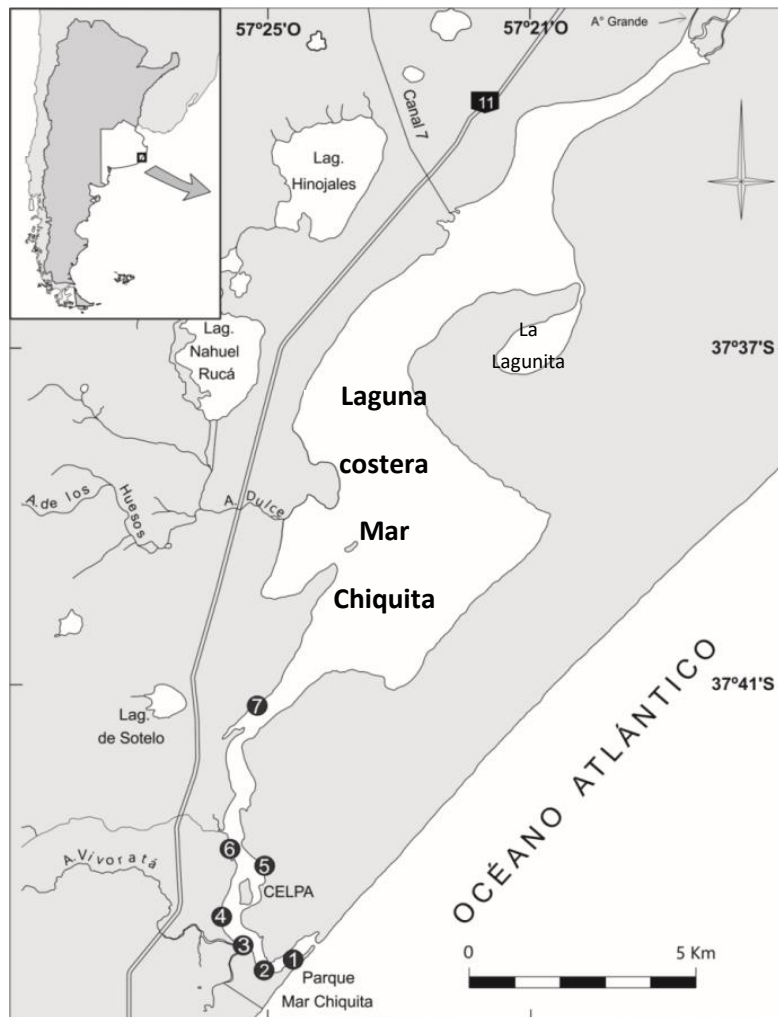


Figura 5- Laguna costera Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires.

Los números indican los sitios de muestreo de la presente tesis.

De acuerdo a su latitud, la laguna costera Mar Chiquita corresponde a una zona templada afectada por la acción de los vientos del sistema de altas presiones del Atlántico Sur y por los vientos húmedos originados por la cercanía al mar. La temperatura media anual de la laguna es de 14°C y la humedad relativa media anual es de 80%. El patrón de vientos en el área evidencia que sus frecuencias son similares en todos los sectores, con velocidades medias entre 19 y 21 km/h (Reta *et al.*, 2001). Con relación a las precipitaciones, el área se caracteriza por inviernos lluviosos y períodos de máximas precipitaciones a fines de primavera y verano (Prohaska, 1976). Las características del agua que ingresa a la laguna a través de las mareas se hallan condicionadas por variaciones estacionales del agua de plataforma del área costera cercana. Una vez que la onda de marea llega a la boca, la misma penetra por el canal de acceso (que se extiende desde el sitio 1 hasta el sitio 7) pudiendo percibirse sus efectos hasta zonas situadas en lejanías de la boca (Isla, 1980; Lucas *et al.*, 1999; Reta *et al.*, 2001).

Se han reportado para la laguna importantes fluctuaciones de salinidad, registrando valores entre 0 y 40 partes por mil (Fasano *et al.*, 1982; Álvarez *et al.*, 1983; Scott *et al.*, 1990, Azpelicueta *et al.*, 1998; Reta *et al.*, 2001; Hassan *et al.*, 2006; Addino *et al.*, 2019; Márquez *et al.*, 2022). Este patrón extremadamente variable depende de las características de la marea, de la dirección e intensidad de los vientos y de las precipitaciones. A lo largo de los años se han observado situaciones extremas, desde un canal de acceso que ha permanecido completamente con agua dulce, hasta reportes de agua salina o con fuertes cuñas salinas en el mismo sitio; tanto en situaciones de pleamar como de bajamar (Reta *et al.*, 2001).

En particular en el área de la laguna se desarrollan diferentes comunidades vegetales, cuya distribución está condicionada por las características topográficas y edáficas de las distintas unidades geomorfológicas del área. Los terrenos arcillosos-salobres de la llanura marginal se caracterizan por el desarrollo de una vegetación halófila dominada por *Spartina densiflora*, *Sarcocornia ambigua* y *Distichlis*; mientras que los terrenos arenosos del cordón medanoso costero se caracterizan por el desarrollo de una vegetación psammófila en la que predominan las poáceas, ciperáceas y asteráceas (Stutz, 2001).

En la laguna costera Mar Chiquita habita una gran diversidad de invertebrados acuáticos estuáricos, entre los que destacan por su abundancia y distribución el poliqueto exótico *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923), gasterópodos del género *Heleobia* Stimpson, 1865, la almeja navaja *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) y los cangrejos *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851, *Neohelice granulata* (Dana, 1851), *Leptuca uruguayensis* (Nobili, 1901) y *Panopeus meridionalis* Williams, 1983; entre otros

(De Francesco & Isla, 2004; Spivak & Luppi, 2005; Ituarte *et al.*, 2007; Addino *et al.*, 2019; Martínez *et al.*, 2020; Sal Moyano *et al.*, 2021).

Además se ha registrado una importante diversidad de vertebrados en la Reserva de Biosfera Mar Chiquita. El canal estuarial es popular por ser el principal pesquero deportivo de la laguna. Se caracteriza por la pesca de pejerreyes, la corvina rubia *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), la lisa *Mugil platanus* Günther, 1880, y los lenguados *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839) y *Oncopterus darwinii* Steindachner, 1874 (Cousseau *et al.*, 2001). Por otro lado, por su riqueza ornitológica (más de 190 especies), la laguna está catalogada como una de las áreas más importantes para la conservación de las aves en Argentina. Desde la boca hasta el Recreo San Gabriel, pueden citarse aves típicamente marinas, como *Haematopus palliatus* Temminck, 1820, *Sterna* spp., *Thalasseus* spp. y *Rynchops niger* Linnaeus, 1758 (Ferrero, 2001; Savigny *et al.*, 2007).

6. Materiales y Métodos

En este capítulo se describe la procedencia del material estudiado, las técnicas de muestreo llevadas a cabo durante las campañas y las técnicas de laboratorio aplicadas, junto con los análisis cualitativos y cuantitativos empleados.

6.1 Determinación de las variables ambientales

Se definieron 7 sitios de muestreo en el canal estuarial de la laguna costera Mar Chiquita. Los mismos fueron numerados de acuerdo a su distancia respecto de la desembocadura (sitios 1-7; Figura 6.1; ver Figura 5 en *Área de Estudio*). Se realizaron 6 campañas de muestreo durante las cuatro estaciones del año (22/06/2017, 04/07/2017, 20/07/2017, 01/11/2017, 08/02/2018 y 24/05/2018). Debido a dificultades relacionadas con el ajuste de la metodología de muestreo y a las condiciones meteorológicas, durante el invierno (estación en la que se inició el muestreo) se realizaron 3 campañas para completar el muestreo de los 7 sitios. Los sitios fueron muestreados durante la bajamar, siguiendo la información proporcionada por las tablas de marea publicadas por el Servicio de Hidrografía Naval; con el fin de acceder de forma sencilla a una mayor área de campo.

Las variables ambientales obtenidas para cada sitio fueron:

- Variables fisicoquímicas determinadas *in situ*: Se determinaron la conductividad (utilizada como indicador de la salinidad), el pH y la temperatura por medio de un equipo Horiba U-10 (Horiba, 1991); la turbidez utilizando un disco de Secchi y la profundidad de la columna de agua con una cinta métrica.
- Iones disueltos: Se tomaron muestras de 1 l de agua de la laguna para el posterior análisis de iones mayoritarios disueltos (dureza, HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SiO_2). Las muestras fueron conservadas en heladera y luego analizadas en el laboratorio de Hidroquímica del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras mediante métodos estándar: Método de Mhor para Cl^- , turbidimetría para SO_4^{2-} , titulaciones complexométricas para HCO_3^- , Ca^{2+} y Mg^{2+} , espectrometría de llama para K^+ y Método del silicomolibdato para SiO_2 (APHA, 1992).

- Variables sedimentológicas: Se recogieron muestras de sedimento del primer centímetro superficial utilizando un tubo de PVC de 7,5 cm de diámetro. Para la determinación del carbono orgánico del sedimento se utilizó el método de pérdida por ignición, que consistió en quemar 5 g de sedimento seco en una mufla a 550°C durante 4 horas (Heiri *et al.*, 2001). Para el estudio de la granulometría se empleó la técnica de tamizado en seco de Folk (1968) siguiendo el criterio de clasificación del tamaño de grano de Wentworth (1922).



Figura 6.1- Vista general de los sitios de muestreo. Los números corresponden a la numeración de cada sitio de muestreo.

6.2 Recolección y procesamiento de ostrácodos

En cada sitio de muestreo se tomaron 5 muestras de sedimento del primer centímetro superficial, utilizando un tubo de PVC de 7,5 cm de diámetro. Las mismas fueron extraídas a intervalos

regulares (cada 10 metros) a lo largo de una transecta paralela a la línea de costa. Cada una de las muestras fue vertida en un recipiente con una solución de formaldehído neutralizado al 4%, para evitar el deterioro del material hasta su procesamiento en el laboratorio.

Las muestras de sedimento superficial se lavaron a través de un tamiz N°230 (apertura de malla 63 μm) bajo agua corriente, con el fin de eliminar la fracción fina (fango). Una vez limpio, el residuo de las muestras fue depositado en un recipiente al que se le adicionó una solución alcohólica de Rosa de Bengala (1 g/l), para facilitar el reconocimiento de ejemplares vivos al momento del muestreo. Luego de 14 días las muestras fueron lavadas nuevamente a través de un tamiz N°230 bajo agua corriente, a fin de eliminar el exceso de colorante, y se dejaron secar en etanol al 70% a temperatura ambiente siguiendo el protocolo de Schönfeld *et al.* (2012). El residuo seco se conservó en bolsas de cierre hermético rotuladas. Utilizando lupa binocular (Wild Heerbrugg, aumento 50X) se recuperaron los ostrácodos presentes en 1-3 g de residuo seco mediante la técnica de picking y se ordenaron en portamicrofósiles.

Durante el mes de enero de 2022, se llevó a cabo una campaña para obtener muestras de ejemplares vivos para los experimentos tafonómicos mediante la utilización de una red con copo colector en una zona del canal estuarial ubicada entre los sitios de muestreo 4 y 5. Las muestras no fueron procesadas, dado que la fijación en formol y/o alcohol afecta las partes duras de los ostrácodos incrementando su deterioro y fragilidad.

6.3 Determinaciones sistemáticas

Los ostrácodos se identificaron hasta la categoría de especie o subespecie siguiendo a Sandberg (1964), Ramírez (1967), Whatley & Moguevsky (1973, 1975), Whatley *et al.* (1988, 1997), Ferrero (2006) y Ramón Mercau *et al.* (2014).

6.4 Composición de la ostracofauna viviente

A partir del conteo de ejemplares vivos en cada muestra de sedimento superficial, se calculó la proporción de cada taxón en el total de la fauna recuperada y el porcentaje de ostrácodos vivos por sitio de muestreo. Además, con el objetivo de caracterizar la composición de la ostracofauna en cada sitio, se determinó el índice poblacional de adultos/juveniles (A/J) para todos los taxones.

6.5 Análisis de abundancia y diversidad

A partir del conteo de ejemplares vivos en cada muestra de sedimento superficial, se calcularon las abundancias absolutas en 100 g de sedimento original para cada sitio de muestreo. Adicionalmente, con el objetivo de conocer el patrón de diversidad en cada uno de ellos se determinaron índices ecológicos de diversidad alfa:

- Riqueza específica: El número de especies o taxones en una muestra.
- Índice de Shannon-Wiener (H' ; Magurran, 1988): Este índice de diversidad tiene en cuenta tanto el número de individuos como el número de taxones. Varía desde 0 para comunidades con un solo taxón, a valores elevados para las comunidades con muchos taxones y de pocos individuos cada uno; respondiendo a la fórmula:

$$H(S) = -\sum p_i \ln p_i$$

donde S es el número de taxones y p_i la proporción de cada taxón en la muestra.

- Índice de Simpson (1-D; Simpson, 1949): Este índice de diversidad contempla el número de taxones presentes en un determinado ambiente y su abundancia relativa. Representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un ambiente, seleccionados al azar pertenezcan al mismo taxón. Varía desde 1 para comunidades con dominancia de un taxón y de una población, a 0 para ambientes de elevada biodiversidad, respondiendo a la fórmula:

$$1 - D = 1 - \frac{\sum i n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

donde n_i es el número de individuos del taxón i .

Para el cálculo de estos últimos se empleó el programa PAST (Hammer *et al.*, 2014) seleccionando la opción de corrección del sesgo mediante el estimador MLE (Chao & Shen, 2003), el cual mejora la cuantificación de la variabilidad aleatoria para permitir la construcción de intervalos de confianza y se ajusta a muestras con elevada presencia de taxones trazas (taxones cuya abundancia dentro del ensamble es extremadamente baja) (Pla, 2006).

6.6 Análisis multivariados

Con la finalidad de ordenar los sitios de muestreo en función de las variables ambientales se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Solo se seleccionaron aquellas variables que no

presentaron correlación entre sí, para lo cual previamente se realizó un análisis de correlación con el coeficiente de *Spearman*. Dentro de las variables que se encontraron correlacionadas, se seleccionó solo una con base en su relevancia para explicar patrones de variación en ostrácodos. La significancia estadística se evaluó mediante pruebas no restringidas que implican 999 permutaciones con un $p \leq 0,001$. Se efectuó una matriz de varianza-covarianza.

Posteriormente, con el objetivo de conocer la relación entre las variables biológicas y las variables ambientales, se aplicó un Análisis Canónico de Correspondencia Destendenciado (DCCA). Con este análisis fue posible determinar si la respuesta de los ostrácodos frente a las variables ambientales era lineal o unimodal. El largo del eje 1 del DCCA representa la longitud del gradiente biológico, que es una medida de la diversidad a lo largo de cada eje de ordenación. Si el largo del mismo es < 2 se deben utilizar modelos lineales, y si es mayor a dicho valor se emplean modelos unimodales. Dado que la longitud del gradiente para el conjunto de datos fue de 0,2328 unidades DS, resultando en un modelo lineal, se aplicó un análisis de redundancia (RDA); para el cual fueron seleccionadas las mismas variables ambientales utilizadas en el PCA.

Para todos los análisis multivariados se utilizó el programa estadístico *PAST* (Hammer *et al.*, 2014).

6.7 Análisis de fidelidad

Se evaluó la fidelidad de la diversidad y la composición (es decir, presencia/ausencia de taxones y sus abundancias proporcionales) entre los conjuntos de taxones vivos (Ensamblés de Vida, EV) y muertos (Ensamblés de Muerte, EM). En cada sitio de muestreo, se determinaron índices de diversidad alfa para ambos ensambles a partir de conteos absolutos de ejemplares adultos recuperados de cada réplica de sedimento superficial. A partir de los resultados obtenidos se confeccionaron boxplots para comparar las diferentes medidas dentro del EV y del EM. La existencia de diferencias estadísticamente significativas para cada indicador ecológico entre las medias de cada sitio de muestreo se evaluó mediante el test de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) y la Prueba de Dunn de comparación por pares pos hoc (Dunn, 1964).

Luego, para cada uno de los sitios de muestreo se calculó el índice de Jaccard-Chao, el cual representa una medida de la similitud taxonómica entre EV y EM, basada en datos de

presencia/ausencia de taxones, y que contempla sus abundancias en los ensambles y corrige las diferencias en el tamaño muestral entre ellos (Chao *et al.*, 2005).

También se calculó el índice *rho* de correlación de los rangos de Spearman que refleja el grado de relación entre dos variables numéricas, en este caso, entre las abundancias de los diferentes taxones entre los ensambles de cada sitio de muestreo. Con estos datos, se realizó un gráfico de Jaccard-Chao versus *rho*. En dicho gráfico, el cuadrante superior derecho refleja una alta fidelidad entre los EV y EM; tanto en similitud taxonómica, como de abundancias. Para los cuadrantes superior izquierdo e inferior derecho la similitud entre ensambles solo se refleja en uno de estos dos componentes (similitud taxonómica o abundancias, respectivamente), por lo que la fidelidad es pobre. Finalmente, el cuadrante inferior izquierdo exhibe un total desacuerdo entre ensambles, no habiendo fidelidad entre ellos (Kidwell, 2007; Kidwell, 2013; Kidwell & Tomasovych, 2013; Michelson *et al.*, 2018).

6.8 Análisis tafonómico

El análisis tafonómico en las muestras de sedimento superficial se realizó solo sobre *C. salebrosa hartmanni*, que fue utilizada como taxón modelo (*target*), dada su abundancia. En 300 ejemplares, seleccionados aleatoriamente del conjunto de ejemplares recuperados entre todos los sitios de muestreo, se analizaron las variables tafonómicas desarticulación, fragmentación y alteración de la superficie (interpretada como toda modificación respecto a la condición normal que impidió observar los elementos típicos de las valvas; incluyendo disolución, abrasión y cambios en la coloración de las mismas), utilizando una escala binaria para la primera y una escala semicuantitativa de tres grados para las otras dos. Para la cuantificación de la desarticulación solo se utilizaron ejemplares adultos. El estado de preservación para la desarticulación se clasificó como articulado (0) o desarticulado (1); para la fragmentación y la alteración de la superficie la preservación se clasificó como “buena” (0; < 10% de deterioro), “intermedia” (1; entre 10 y 50% de deterioro) o “pobre” (2; > 50% de deterioro). La existencia de diferencias estadísticamente significativas para cada variable tafonómica entre las medias de cada sitio de muestreo se evaluó mediante el Test de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) y la Prueba de Dunn de comparación por pares pos hoc (Dunn, 1964).

6.9 Ensayos de tafonomía experimental:

Se evaluó, mediante experimentos de laboratorio, el efecto del pH y la energía sobre la preservación de ejemplares de las dos especies más abundantes (Figura 6.2). Se evaluó la existencia de diferencias interespecíficas y ontogenéticas (juveniles versus adultos). Los experimentos se realizaron sobre ejemplares juveniles (estadios A-5 a A-3) y adultos hembra de *C. salebrosa hartmanni* y ejemplares adultos de *C. asperereticulata*. Los ejemplares seleccionados se hallaban prácticamente cerrados y fueron lavados con agua repetidas veces con el fin de eliminar impurezas adheridas sobre las valvas.

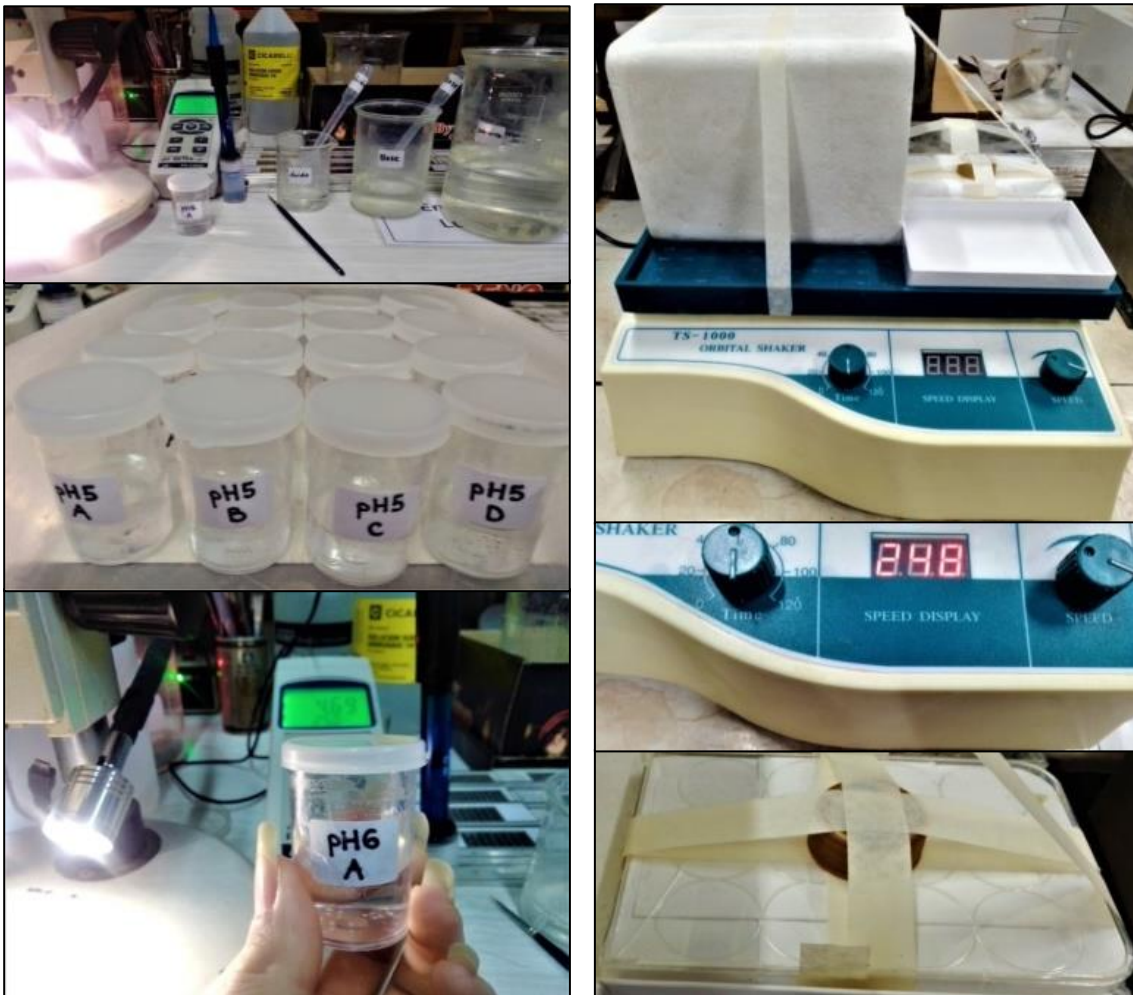


Figura 6.2- Ensayos de tafonomía experimental.

A) Experimento de pH. B) Experimento de energía.

Experimento de pH

Se comparó el efecto de la disolución sobre los ejemplares a 4 pHs diferentes (5, 6, 7 y 8). Esta comparación se efectuó para ejemplares juveniles (estadios A-5 a A-3) y de hembras adultas *C. salebrosa hartmanni*, y para adultos de *C. asperereticulata*, utilizando 4 réplicas en cada caso, lo que permitió evaluar el efecto de la variabilidad ontogenética e interespecífica simultáneamente.

Para cada réplica se seleccionaron 5 ejemplares, que fueron colocados en frascos plásticos de 50 ml, a los cuales se agregó agua ambiental previamente filtrada (0,45 μm), y una solución de HCl 0,1 M o NaOH 0,1 M hasta llevar el contenido a su correspondiente pH. Las réplicas se mantuvieron a temperatura ambiente durante 15 días.

Posteriormente a la etapa experimental se analizaron los atributos tafonómicos de opacidad (pérdida de la transparencia) y disolución, utilizando una escala semicuantitativa de tres grados para ambos, como las descritas para las muestras de sedimento superficial. La existencia de diferencias estadísticamente significativas para cada atributo tafonómico entre las medias de cada tratamiento se evaluó mediante el Test de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) y la Prueba de Dunn de comparación por pares pos hoc (Dunn, 1964).

Experimento de energía

Se comparó el efecto de la energía sobre los ejemplares a 3 tiempos de exposición a revoluciones orbitales (10, 20 y 30 días). Esta comparación se efectuó para ejemplares juveniles (estadios A-5 a A-3) y de hembras adultas *C. salebrosa hartmanni*, y para adultos de *C. asperereticulata*, utilizando 4 réplicas en cada caso, lo que permitió evaluar el efecto de la variabilidad ontogenética e interespecífica simultáneamente.

Para cada réplica se seleccionaron 15 ejemplares que se colocaron en celdas de 5 ml de una placa de acrílico, a las que se le adicionó 1 gramo de sedimento arenoso (arena mediana) tratado previamente con una solución de HCl 0,1M para eliminar carbonatos y posteriormente con una solución de NaOH 0,1 M para su neutralización, y 1 ml de agua de la laguna (pH 7,5) previamente filtrada (0,45 μm). Las réplicas se colocaron en una placa de agitación (shaker TS-1000) a una velocidad de 250 rpm, y se mantuvieron a temperatura ambiente. Los ejemplares se extrajeron en 3 tiempos, 5 ejemplares cada 10 días. El blanco del experimento lo constituyó una placa que se conservó en reposo con ejemplares extraídos a los mismos intervalos de tiempo que los tratamientos descriptos.

Posteriormente, se analizaron los atributos tafonómicos de desarticulación, abrasión y fragmentación, utilizando una escala binaria para el primero y una escala semicuantitativa de tres grados para los otros dos, como las descritas para las muestras de sedimento superficial. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de cada tratamiento se evaluó mediante el Test de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) y la Prueba de Dunn de comparación por pares pos hoc (Dunn, 1964).

7. Resultados

7.1 Variables ambientales

En la Tabla 7.1 se presentan los valores promedios de las variables fisicoquímicas de los 7 sitios muestreados en las distintas estaciones del año. La conductividad varió entre 11,5 mS/cm y 23,9 mS/cm, la temperatura entre 15 °C y 17,4 °C, y el pH entre 8,1 y 8,4. Los sitios más cercanos al cuerpo lagunar presentaron una menor concentración de iones Cl^- y Na^+ , un elevado porcentaje de materia orgánica y un reducido porcentaje de arena fina. Mientras que el sitio 1, cercano a la desembocadura, presentó elevadas concentraciones de ambos iones, un reducido porcentaje de materia orgánica y un elevado porcentaje de arena fina.

Tabla 7.1- Valores promedio de las variables ambientales medidas en los sitios de muestreo.

	Sitios						
	1	2	3	4	5	6	7
Conductividad (mS/cm)	23,9	22,7	18,1	21	22,7	16,8	11,5
Temperatura (°C)	15,3	16,3	15,7	16,5	15	17,4	16,5
pH	8,1	8,2	8,2	8,4	8,4	8,3	8,3
Turbidez (cm)	50,5	32,5	47	36,2	32,5	34,5	37,8
Profundidad (cm)	78,8	50,1	41,2	53,8	32,5	43,8	46,2
HCO_3^- (mg/l)	266,2	290	289	236,2	226,2	197	317
Cl^- (mg/l)	8108,8	7558,5	7141,8	7246	8578,5	6809,2	3964,5
SO_4^{2-} (mg/l)	1610	1393	1195	1118,8	1342,5	1133,8	908
Ca^{+2} (mg/l)	124,5	133,5	98,5	90	114,5	87,8	96,2
Mg^{+2} (mg/l)	46,4	51,7	23,9	65,3	53,3	40,7	49,9
Na^+ (mg/l)	2932,5	2127,5	1612,5	1990	1995	1672,5	1713,5
K^+ (mg/l)	253	160,1	101,8	221	243	98,2	108,8
SiO_2 (mg/l)	14,3	16,4	24,3	15,1	16,3	15,2	14,4
Dureza (mg/l de CaCO_3)	503,5	547	344,2	498	509	387	450
Grava (%)	0	0,1	6,5	0,8	1,8	1,8	1
Arena Gruesa (%)	0,2	5	4,6	5,1	1,1	3	8
Arena Media (%)	6,4	11,1	15,4	10,9	2,4	6,3	21,5
Arena Fina (%)	84,4	37,5	32	42,8	35,4	20,7	33,9
Arena Muy Fina (%)	7,2	32	26,4	26,5	49,4	44,4	23,8
Fango (%)	1,7	12,9	12,4	10,1	8,6	22,7	9
Materia Orgánica (%)	1,6	4,6	3,9	3,9	4	4,7	5,3

7.2 Composición de la ostracofauna

En las muestras de sedimento superficial fueron recuperados un total de 3544 ostrácodos vivos al momento del muestreo. De los 46 taxones determinados en las muestras de sedimento superficial, solo 4 fueron encontrados vivos: *Cyprideis salebrosa hartmanni*, *Callistocythere asperereticulata*, *Cytherura dimorphica* y *Limnocythere cusminskyae* (Ver Apéndice). El sitio 4 fue el que presentó el mayor porcentaje de ostrácodos vivos (39,6%), mientras que el sitio 1 fue el que exhibió el menor porcentaje (0,2%) (Figura 7.1).

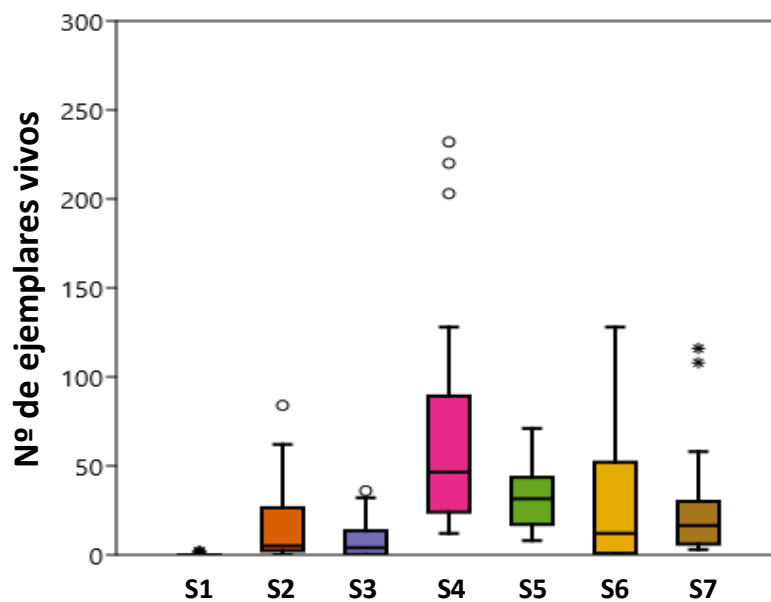


Figura 7.1- Diagrama de cajas del número ejemplares vivos recuperados de las muestras de sedimento superficial por sitio de muestreo (S1-S7).

Los cuatro taxones de ostrácodos vivos pertenecen al Orden Podocopida; siendo los mismos en orden decreciente de abundancia: *C. asperereticulata*, *C. salebrosa hartmanni*, *C. dimorphica* y *L. cusminskyae* (Figura 7.2). La Tabla 7.2 muestra la densidad de ejemplares de cada taxón por sitio de muestreo.

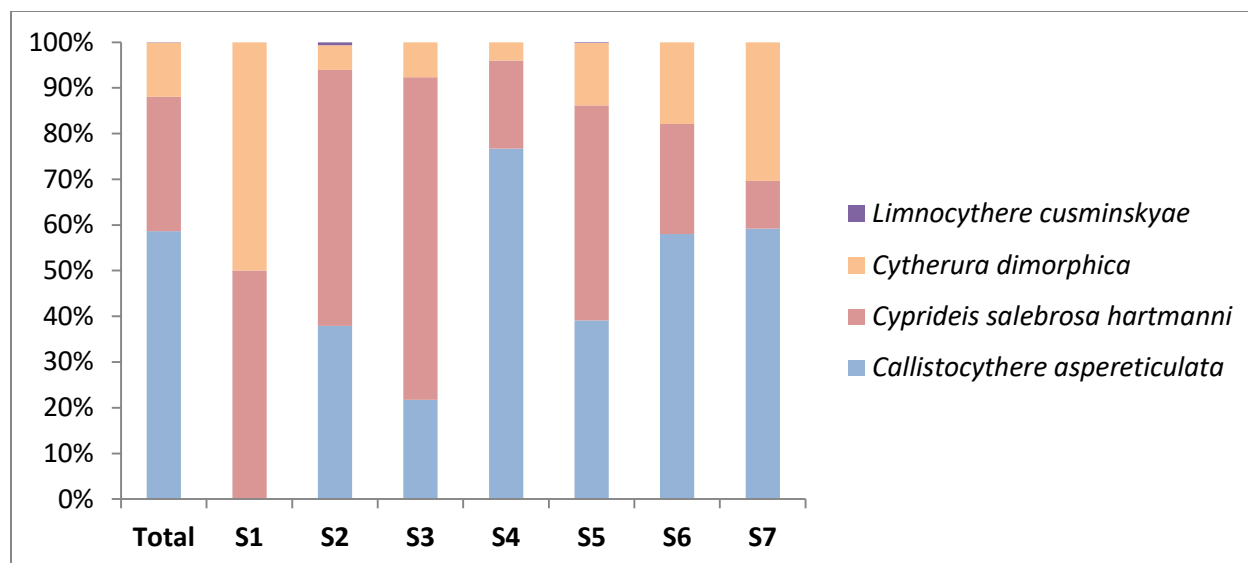


Figura 7.1- Distribución y frecuencia relativa de los taxones vivos en los sitios estudiados.

Tabla 7.2- Densidad de ejemplares de cada taxón vivo por sitio de muestreo. J: Juveniles, A: Adultos.

La densidad de cada ejemplar está indicada como nº de ind/100 g de sedimento original.

	Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4		Sitio 5		Sitio 6		Sitio 7	
	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A
<i>C. asperereticulata</i>	0	0	339	152	44	118	3484	1353	692	442	595	646	896	391
<i>C. salebrosa hartmanni</i>	10	5	679	48	508	18	1115	99	1261	105	510	4	209	18
<i>C. dimorphica</i>	15	0	44	26	22	35	162	90	246	150	162	220	501	159
<i>L. cusminskyae</i>	0	0	9	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Para *C. salebrosa hartmanni*, el mayor valor de la relación A/J correspondió al sitio 1, mientras que para *C. asperereticulata* y *C. dimorphica* correspondieron al sitio 3. No se identificaron ejemplares adultos de *L. cusminskyae*. Los resultados se muestran en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3- Relación $adultos/juveniles$ (A/J) de cada taxón vivo por sitio de muestreo.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7
<i>C. asperereticulata</i>	-	0,45	2,7	0,39	0,64	1,08	0,44
<i>C. salebrosa hartmanni</i>	0,5	0,07	0,03	0,09	0,08	0,01	0,09
<i>C. dimorphica</i>	0	0,6	1,6	0,55	0,61	1,36	0,32
<i>L. cusminskyae</i>	-	0	-	-	0	-	-

7.3 Análisis de abundancia y diversidad

La densidad de la fauna (expresada como número de ejemplares vivos por cada 100 g de sedimento seco), la riqueza específica, el índice de Shannon-Wiener y el índice de Simpson para cada sitio de muestreo se muestran en la Tabla 7.4.

La mayor densidad faunística se presentó en el sitio 4 con 6303 ejemplares por cada 100 g de sedimento seco, mientras que el menor valor correspondió al sitio 1 con 29 ostrácodos por cada 100 g de sedimento seco. Por otro lado, la riqueza específica fue mayor en los sitios 2 y 5, registrándose la presencia de los 4 taxones; siendo el sitio 1 el de menor valor, donde solo se registraron 2 taxones. El sitio 5 presentó los valores más altos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson, mientras que los valores más bajos se registraron para el sitio 4 (Tabla 7.4).

Tabla 7.4- Valores promediados de abundancia y diversidad de ostrácodos vivos por sitio de muestreo.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7
Densidad (nº/100g)	29,48	1297,91	744,63	6301,12	2899,41	2137,61	2174,70
Riqueza específica	0,05	0,75	0,6	1,7	1,75	0,55	0,97
Índice de diversidad de Shannon-Wiener	0,78	0,89	0,78	0,65	1,00	0,97	0,91
Índice de diversidad de Simpson	0,60	0,54	0,45	0,37	0,61	0,57	0,55

7.4 Análisis multivariados

A fin de caracterizar los diferentes sitios muestreados, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con 6 variables ambientales no correlacionadas, consideradas a partir de un análisis de correlación con el coeficiente de Spearman. Las variables ambientales seleccionadas fueron: temperatura, pH, HCO_3^- , SO_4^{-2} , Mg^{+2} y arena muy fina. El SO_4^{-2} se halló correlacionado con otros iones relevantes (Cl^- , Na^+ y Ca^{+2}) para la salinidad, mientras que la arena muy fina estuvo correlacionada con otras variables sedimentológicas (arena gruesa, arena fina y fango); por tal motivo dichas variables fueron seleccionadas como representativas de sus respectivos conjuntos (Figura 7.3). La primera componente del PCA explica el 96,1 % de la variación de los datos; y estuvo correlacionada

positivamente con el SO_4^{-2} ($r= 0,999$). Por lo tanto, dado que este ión se seleccionó como representativo de la salinidad en términos generales, el primer componente puede interpretarse como un gradiente salino. El Sitio 1, junto con el Sitio 2 y el Sitio 5, se hallan ubicados en el lado derecho del gráfico y exhiben mayores concentraciones de SO_4^{-2} que los situados en el lado izquierdo (Sitio 3, Sitio 4, Sitio 6 y Sitio 7) (Ver Tabla 7.1).

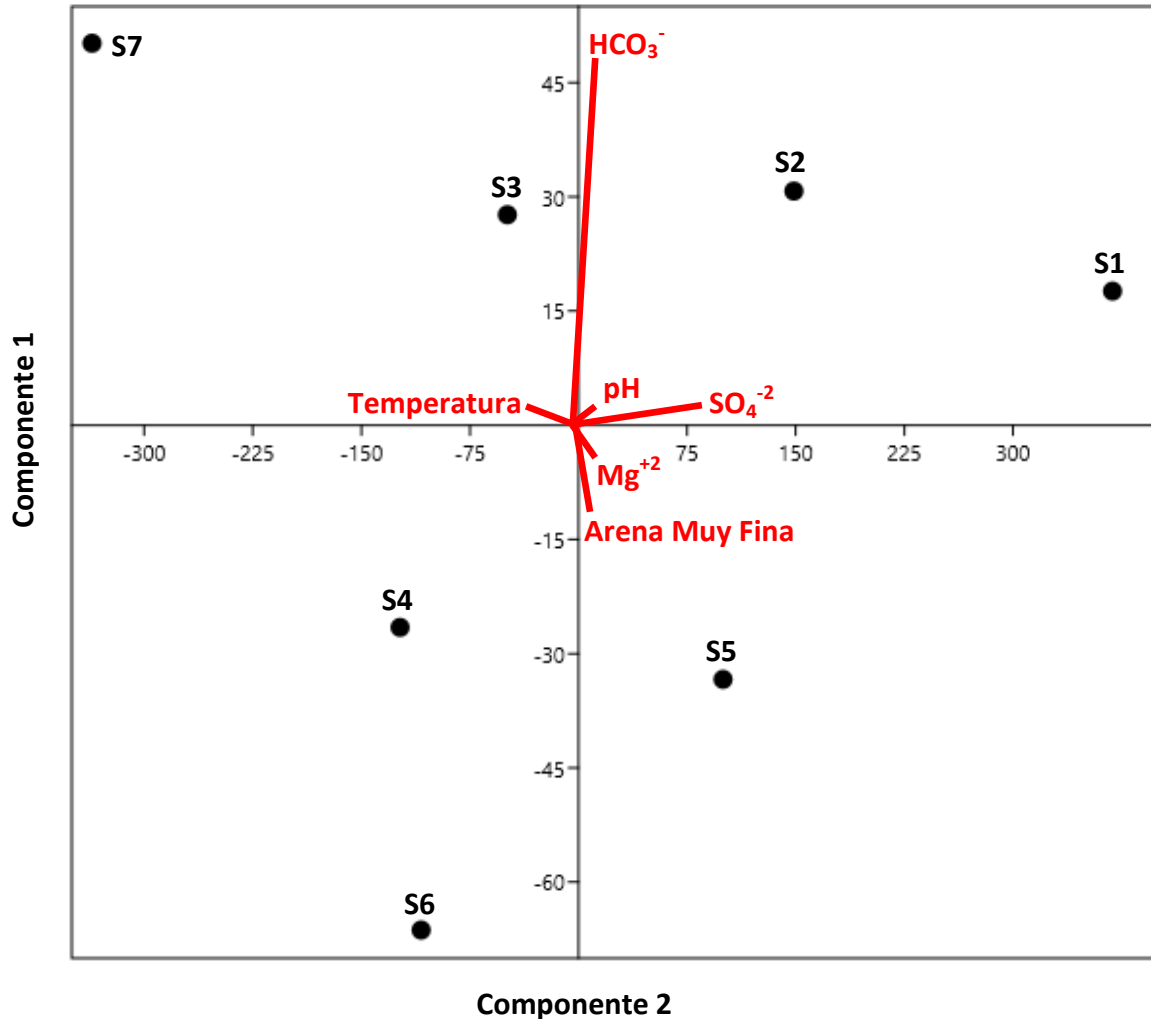


Figura 7.3- Análisis de Componentes Principales (PCA): Relación entre sitios de muestreo y variables ambientales. Variables ambientales en color rojo y sitios de muestreo en color negro.

Las variables ambientales que fueron seleccionadas para el Análisis de Redundancia (RDA) fueron las mismas que se utilizaron en el PCA: temperatura, pH, HCO_3^- , SO_4^{-2} , Mg^{+2} y arena muy fina (Figura 7.4). La ordenación de los taxones mostró que el 73,46% de la varianza estuvo explicada por dichas variables. El test de permutación sin restricciones para el RDA fue estadísticamente significativo sólo para el primer eje canónico con valores de $R^2= 1$. El biplot de los taxones y las variables ambientales relacionó a *C. salebrosa hartmanni* con mayores concentraciones de SO_4^{-2} , mientras que *C. asperereticulata* se asoció a una mayor temperatura y pH.

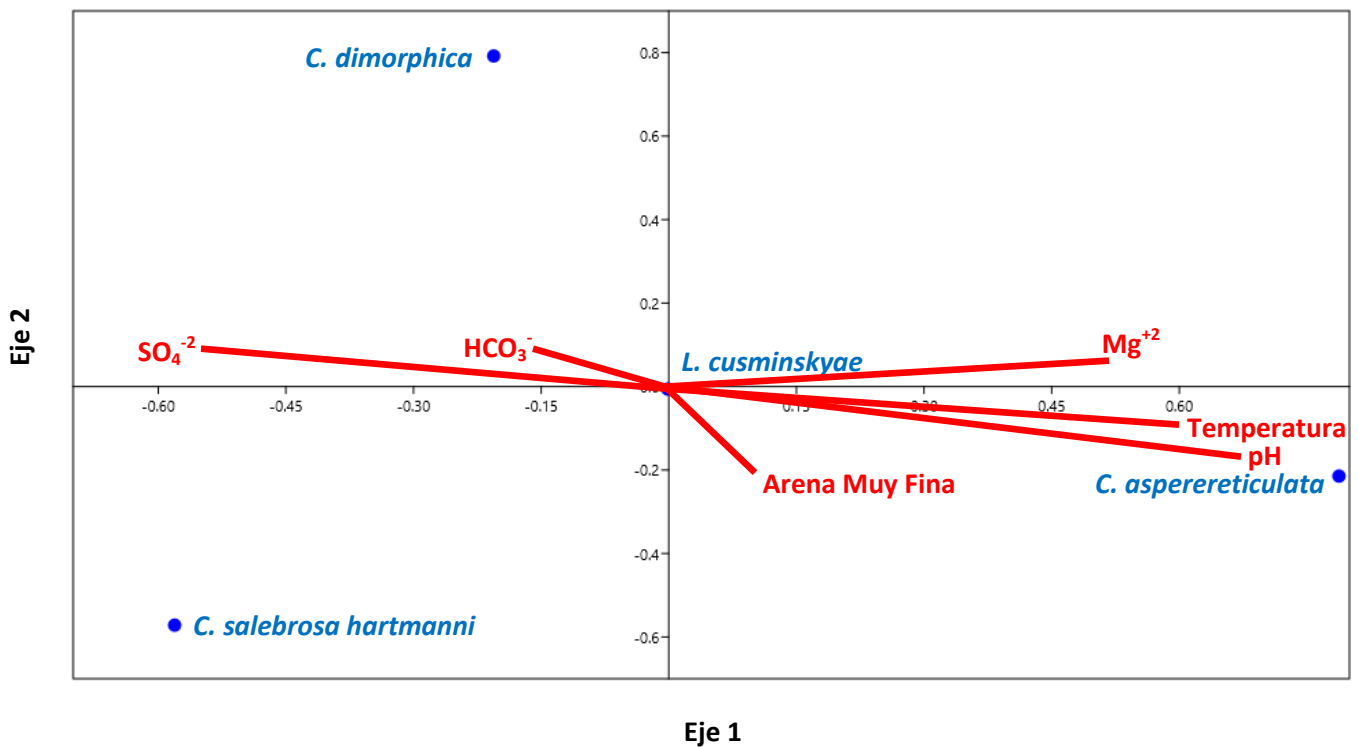


Figura 7.4- Análisis de Redundancia (RDA): Relación entre variables biológicas y variables ambientales. Variables ambientales en color rojo y variables biológicas en color azul.

7.5 Análisis de fidelidad

En los EV, los tres indicadores de diversidad fueron similares para los sitios 1, 2, 3 y 6, y por otro lado entre los sitios 4, 5 y 7, estos últimos con valores más altos.

Los valores de EM fueron más altos que los de EV. En los EM, la riqueza fue mayor para los sitios 2 y 3. El H' fue menor para los sitios 1 y 6, mayor para los sitios 4 y 5, y aún mayor para los sitios 2 y 3; mientras que el D fue menor para los sitios 4, 5 y 7, mayor para los sitios 1 y 6, y aún mayor para los sitios 2 y 3 (Figura 7.5).

En la Figura 7.6, todos los sitios, excepto el 1, se ubicaron en el cuadrante superior derecho, reflejando una elevada fidelidad entre los EV y EM; tanto en similitud taxonómica como en abundancia. Particularmente los cuatro sitios más cercanos al cuerpo lagunar fueron los que mejor evidenciaron estas características. Por otro lado, el sitio 1 no mostró una correlación positiva en el rango de abundancias ni similitud taxonómica entre los ensambles.

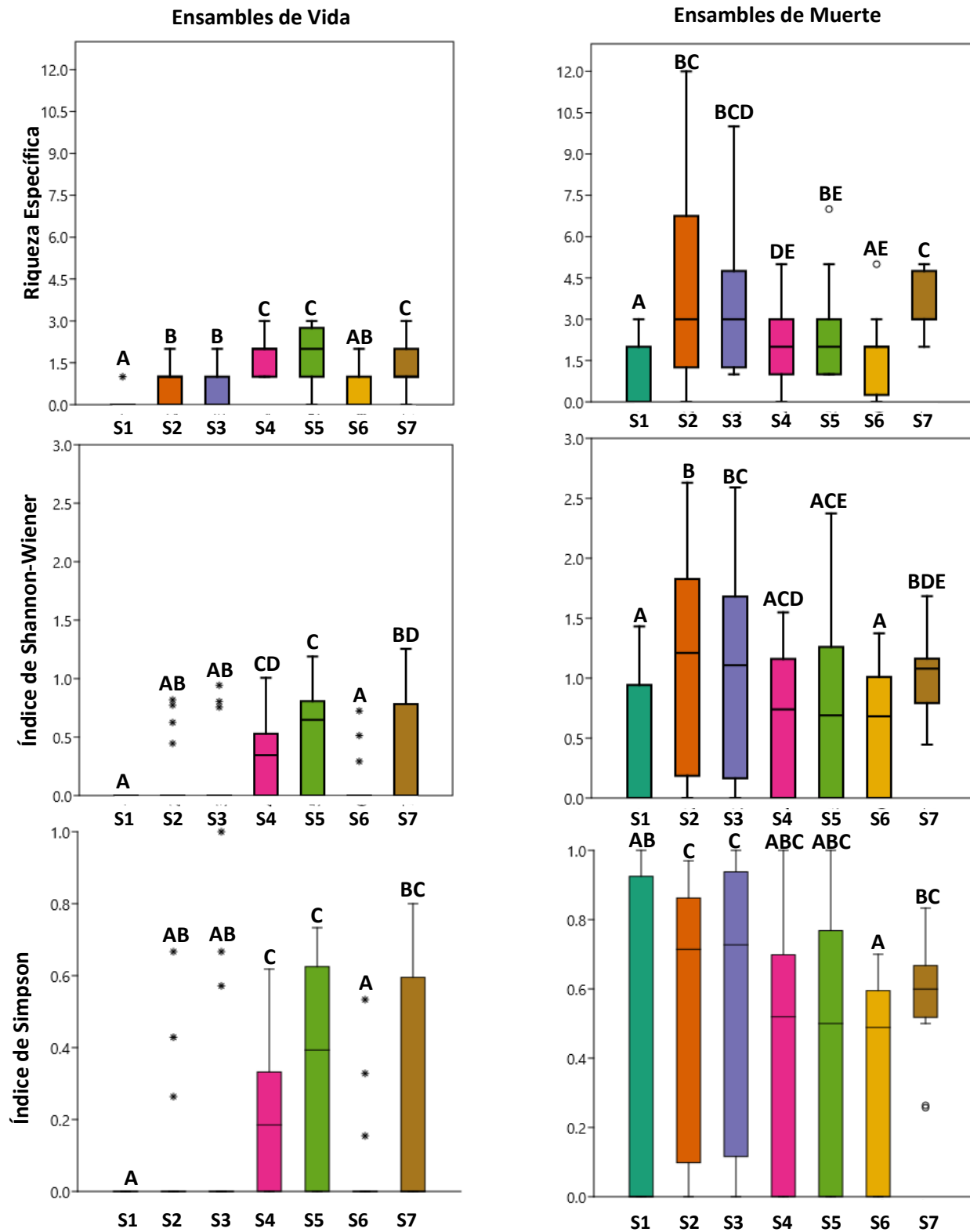


Figura 7.5- Diagrama de cajas de riqueza específica e índices diversidad de Shannon-Wiener y Simpson que comparan los diferentes sitios de muestreo (S1-S7) entre los ensamblajes de vida (EV) y los ensamblajes de (EM). Las letras indican similitud entre sitios.

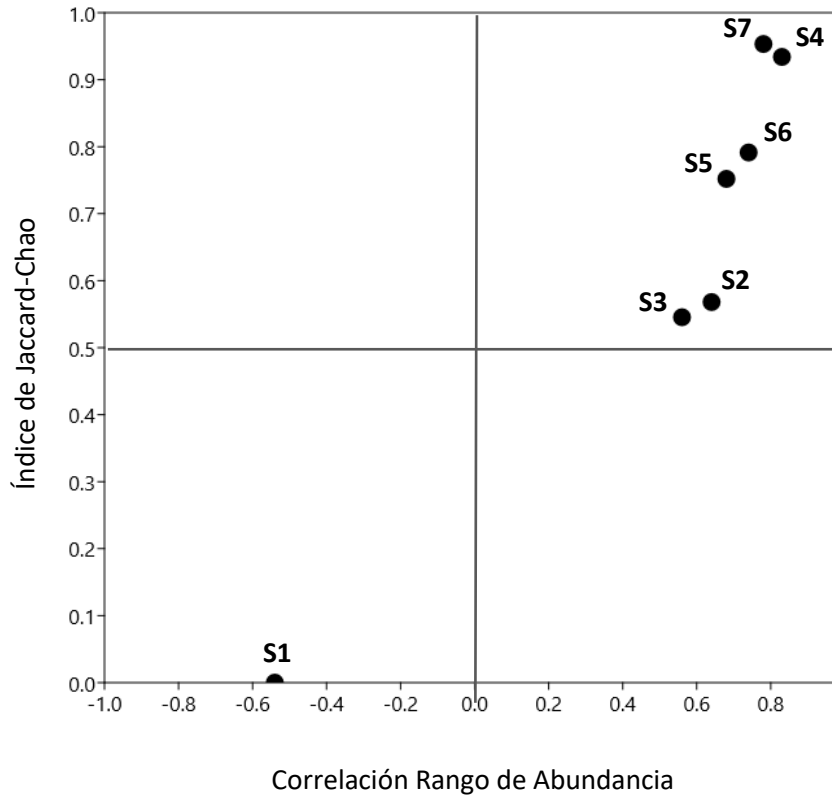


Figura 7.6- Relación entre los ensambles de vida (EV) y los ensambles de muerte (EM) para cada sitio de muestreo (S1-S7) en función del índice de similitud taxonómica de Jaccard-Chao y la correlación en el rango de abundancias (coeficiente de correlación de Spearman, Rho).

7.6 Análisis tafonómico

Hubo diferencias significativas para los tres atributos tafonómicos (fragmentación $H_c = 13$, $p = 0,04308$; desarticulación $H_c = 45,27$, $p < 0,0001$; alteración de la superficie $H_c = 111,4$, $p < 0,0001$). Con relación a la fragmentación, en general la preservación de las valvas en todos los sitios de muestreo fue muy buena. Los sitios 1, 2, 3 y 7 presentaron una fragmentación ligeramente mayor y una alteración de la superficie ligeramente menor respecto de los restantes sitios. En cuanto a la desarticulación de los ejemplares se observó una menor desarticulación en el sitio 4 y una mayor desarticulación en el sitio 6, mientras que los restantes sitios no presentaron diferencias. El sitio 1 fue considerado estéril debido al reducido número de ejemplares adultos en las muestras (Figura 7.7 y Figura 7.8).

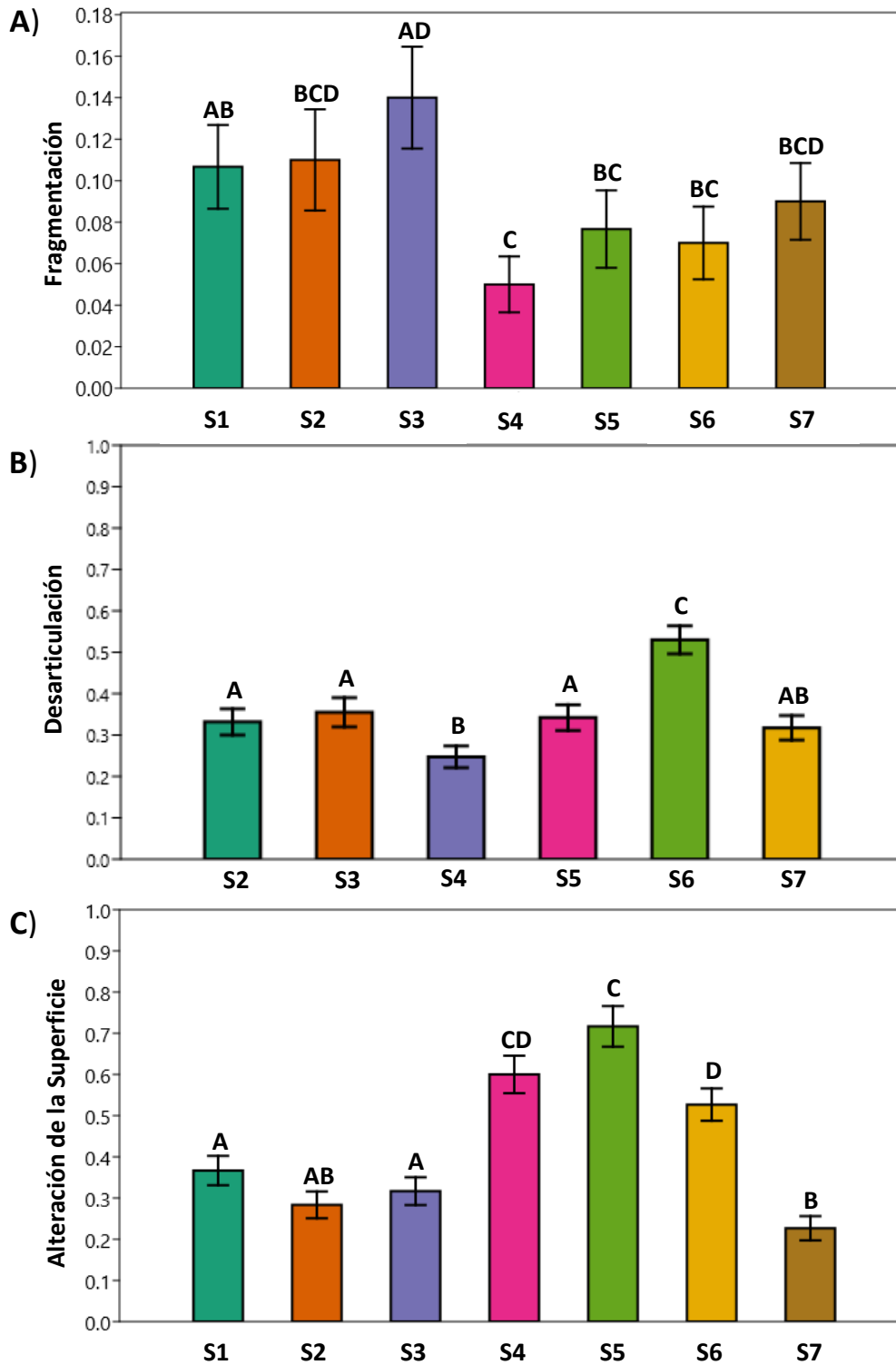


Figura 7.7- Diagrama de barras de los atributos tafonómicos entre sitios de muestreo (S1-S7).

A) Fragmentación. B) Desarticulación. C) Alteración de la superficie.

Los números hacen referencia al grado tafonómico promedio.

Las letras indican similitud entre sitios.

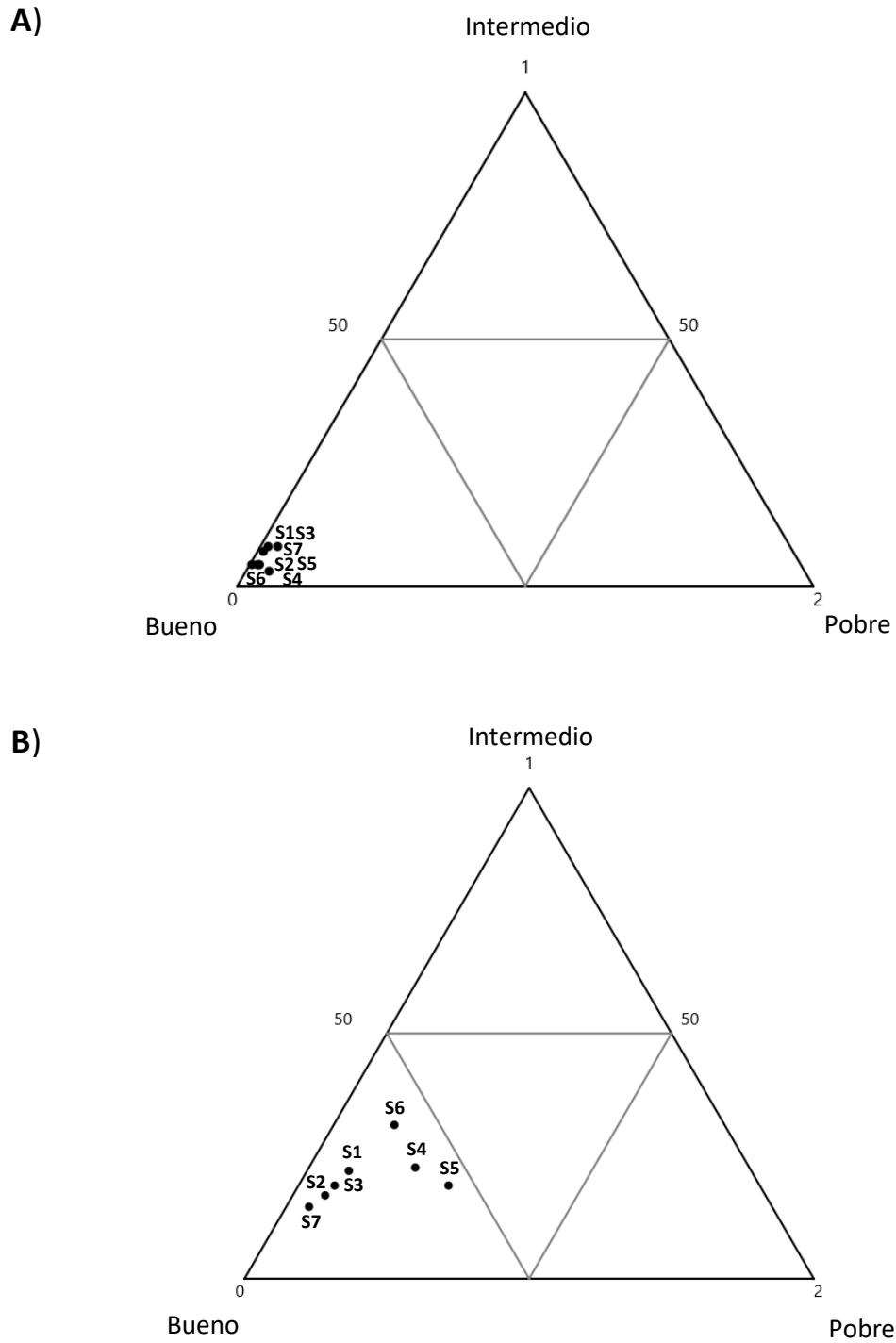


Figura 7.8 - Diagrama ternario de los atributos tafonómicos con más de dos estados de preservación (tafograma) entre sitios de muestreo (S1-S7).

A) Fragmentación. B) Alteración de la superficie.

7.7 Efecto del pH y la energía sobre la preservación de los ostrácodos

Una vez finalizados los experimentos de pH y energía, se recuperaron todos los ejemplares utilizados. Algunos de ellos se desarticulaban durante el procedimiento (Figura 7.9).

En el experimento de pH no se observó disolución ni opacidad en los tratamientos a pH 7 y 8. Hubo diferencias interespecíficas en la disolución a pH 6 y en la opacidad a pH 5, siendo en ambos casos menor en *C. asperereticulata* ($H_c = 132,1$, $p < 0,0001$; $H_c = 139,1$, $p < 0,0001$).

Con relación al experimento de energía no se observó abrasión ni fragmentación de los ejemplares. Solo se registraron diferencias significativas entre estadios ontogenéticos para la desarticulación, en los tratamientos sometidos a revoluciones orbitales durante 30 días ($H_c = 20,88$; $p = 0,0008545$); siendo mayor la desarticulación en los ejemplares juveniles de *C. salebrosa hartmanni* (Figura 7.10).

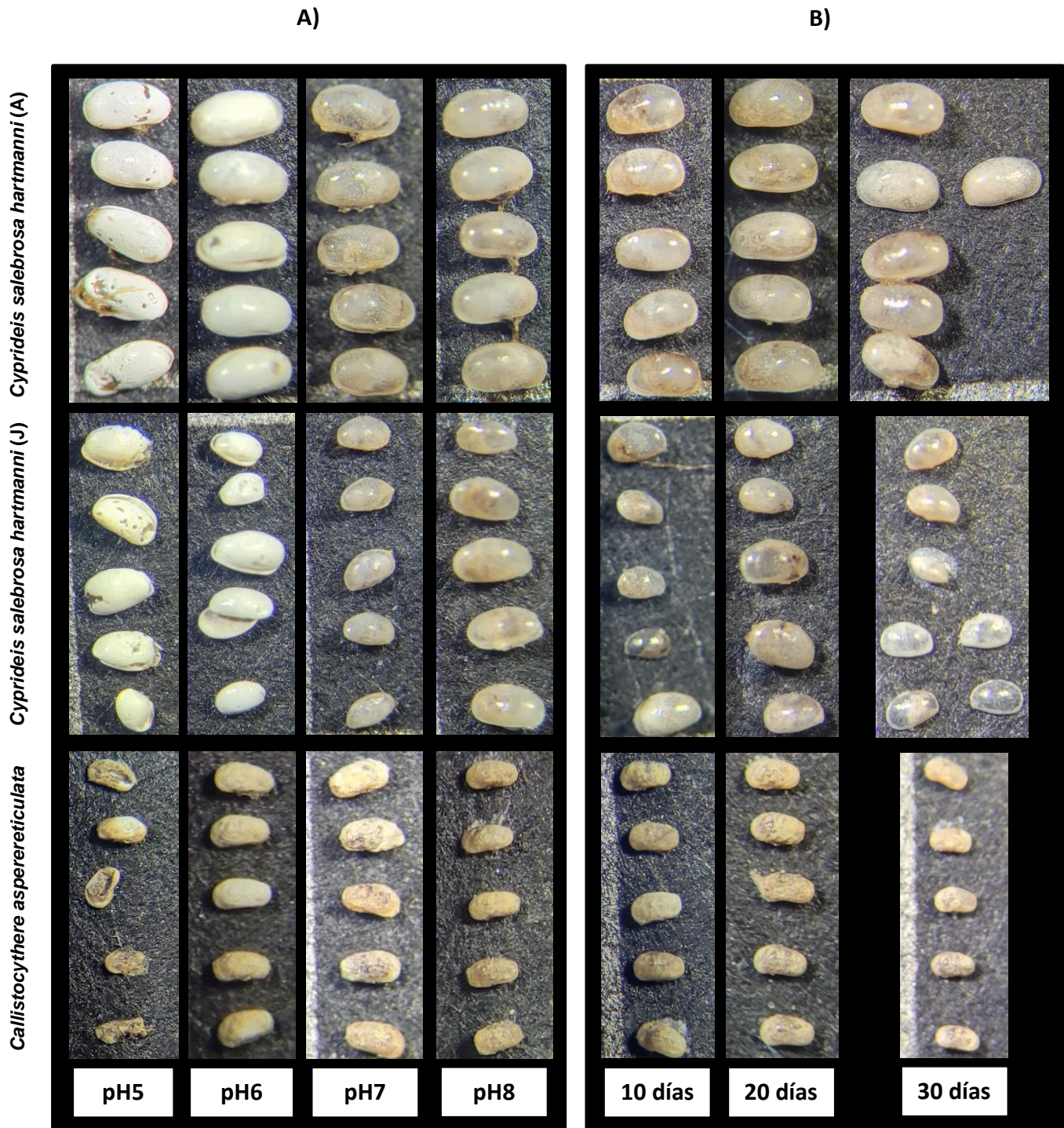


Figura 7.9- Resultados de los experimentos de tafonomía experimental. A) Ejemplares luego de ser sometidos a diferentes pH. B) Ejemplares luego de ser sometidos a diferentes tiempos de revoluciones orbitales.

Las imágenes son representativas de los diferentes tratamientos. Aumentos: 240X.

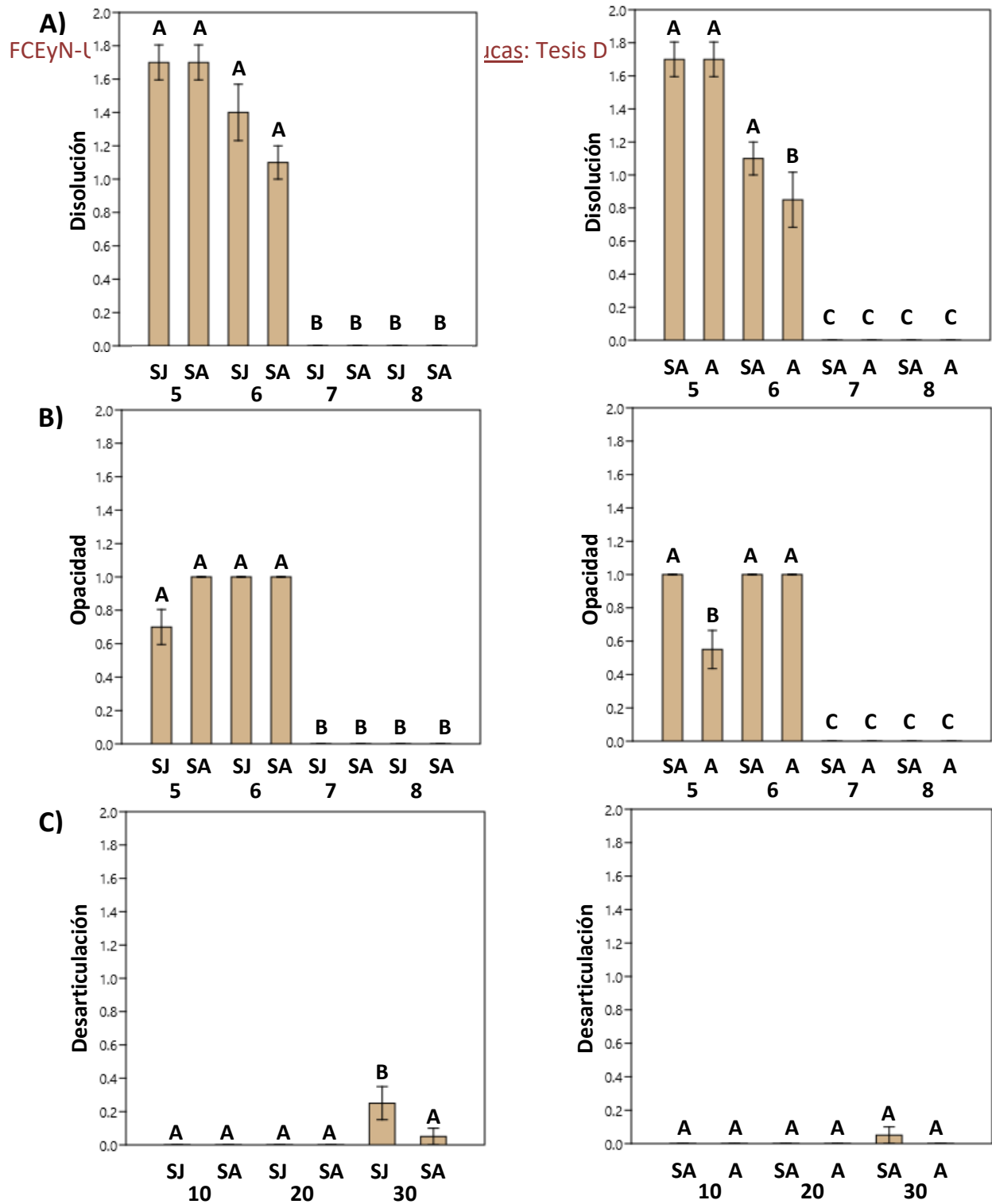


Figura 7.10- Diagrama de barras de los atributos tafonómicos evaluados a partir de los ensayos de pH (A-B) y energía (C). A) Disolución. B) Opacidad. C) Desarticulación. SJ: *C. salebrosa hartmanni* (ejemplares juveniles); SA: *C. salebrosa hartmanni* (ejemplares adultos); A: *C. asperereticulata* (ejemplares adultos). 5-8: pH en los diferentes tratamientos. 10, 20, 30: días de exposición a revoluciones orbitales.

Los números hacen referencia al grado tafonómico promedio.

8. Discusión

8.1 Biocenosis de la zona estuárica de la laguna costera Mar Chiquita

La fauna de ostrácodos de la zona estuárica de la laguna costera Mar Chiquita se destaca por la dominancia de *C. salebrosa hartmanni* y *C. asperereticulata* en un rango de conductividad de 1 a 45 mS/cm, dos taxones que son representantes de dos géneros muy frecuentes en sistemas estuáricos. Este patrón también fue observado en el estuario de Bahía Blanca, caracterizado por la coexistencia de *C. salebrosa hartmanni* y *Callistocythere nucleoperiscum* en la marisma alta y en la planicie de marea; en un rango de conductividad de 27,5 a 51,7 mS/cm (Kihn *et al.*, 2016); y en el intermareal bajo y medio del canal de marea principal del estuario, bajo condiciones de salinidad relativamente estables y elevadas; en un rango de conductividad de 43,5 a 53 mS/cm (Kihn *et al.*, 2017b).

Con relación a sus características ecológicas, *C. salebrosa hartmanni* fue referida como eurihalina, viviente en una gran variedad de ambientes. Coimbra *et al.* (2007) afirman que es más abundante en aguas mixomesohalinas a mixoeuhalinas que en ambientes mixooligohalinos a oligohalinos. No obstante, su amplio nicho ecológico le permitiría desarrollarse también en condiciones de baja salinidad (Ramírez, 1967; Laprida, 2006). Por otro lado, Laprida (2006) sugiere que la subespecie solo puede vivir en ambientes con estabilidad temporal (cuerpos de agua permanentes), estando ausente en cuerpos de agua temporarios y semipermanentes. En Argentina, ha sido registrada en ambientes dulceacuícolas de la provincia de Buenos Aires, como en la laguna Chascomús, viviendo sobre vegetación litoral (Ramírez, 1967; Laprida, 2006), y en las lagunas Las Chilcas, Salada Grande, en el arroyo Chico y en el Canal 15 (Laprida, 2006). Whatley *et al.* (1997; 1998) la registraron también en ambientes marinos litorales y de plataforma, entre 35°43'S y 40°40'S en el estuario del Río de la Plata, Playa Grande (Mar del Plata, Buenos Aires), Bahía San Blas (Buenos Aires) y San Antonio Oeste (Río Negro).

C. asperereticulata, especie cuyas características ecológicas han sido escasamente descriptas en la bibliografía, se halló en abundancia y ampliamente distribuida en todas las estaciones del año y en los sitios de muestreo 2 a 7; dominando los ensambles más alejados de la desembocadura en un rango de conductividad de 1 a 45 mS/cm. Estos resultados indican su tolerancia a condiciones de salinidad variable. Whatley & Moguilevsky (1975) y Whatley *et al.* (1997) reportaron su presencia viviendo en

ambientes marinos litorales: en Punta Ramírez (Buenos Aires), Arroyo Jabalí (Buenos Aires), Las Grutas (Río Negro) y Punta Delgada (Chubut) usualmente en asociaciones fitales (sobre la superficie de algas); estando particularmente asociada a los géneros *Ulva*, *Enteromorpha*, *Ceramium* y *Polisiphonia*. Si bien el holotipo de la especie corresponde a una valva hallada en la laguna costera Mar Chiquita, el presente trabajo constituye el primer registro del taxón viviendo en dicho ambiente.

C. dimorphica se halló en todos los sitios de muestreo, con abundancias crecientes en dirección hacia el cuerpo lagunar y en un rango de conductividad de 1 a 45 mS/cm. Esta especie fue referida como marino-litoral típica de ambientes salobres poco profundos y con variaciones de salinidad marcadas. Laprida (2006) la señaló como especie indicadora de aguas oligomesohalinas a polihalinas, Cl^-/Na^+ dominadas, sometidas a fuertes variaciones diarias de la salinidad; características propias de los ambientes estuáricos. También se reportó la presencia de ejemplares vivos de esta especie en las planicies de mareas del estuario de Bahía Blanca (Martínez, 2005), Punta Rasa (Buenos Aires) y Canal 15 (Buenos Aires) (Laprida, 2006).

El presente trabajo constituye el primer registro de *L. cusminskyae* viviendo en un ambiente estuárico, entre los 12,5 y 37,8 mS/cm. Esta especie fue previamente reportada solo en ambientes dulceacuícolas a salobres (sin vinculación con el mar), como en las lagunas bonaerenses de Chascomús, Salada Grande, Los Horcones, del Monte y en el arroyo Grande (Laprida, 2006); en la laguna Asansa (Río Negro) (Coviaga, 2015) y en las lagunas Monte de Caldén, General Campos y Don Tomás (La Pampa) (Kihn *et al.*, 2017a), siendo caracterizada como indicadora de ambientes permanentes oligomesohalinos (Laprida, 2006; Coviaga *et al.*, 2017).

En el presente trabajo se observó una preponderancia de taxones eurihalinos y la riqueza específica fue baja, tanto espacial como temporalmente. Si bien la conductividad no presenta marcadas diferencias entre los sitios muestreados, los valores obtenidos dan cuenta de una importante fluctuación temporal para cada sitio; excepto el sitio 7, el cual presenta una mayor estabilidad. Estos datos de conductividad medidos en la presente tesis revalidan datos previamente obtenidos en la laguna costera Mar Chiquita, donde se observaron patrones estacionales muy variables de salinidad (Reta *et al.*, 2001; De Francesco & Isla, 2003; Marcovecchio *et al.*, 2006; Hassan *et al.*, 2009). El ingreso del agua del mar al canal estuarial de la laguna, mediante las fluctuaciones diarias de las mareas, junto al aporte de agua dulce proveniente de numerosos arroyos que descargan sus aguas en la laguna y las precipitaciones son los factores que determinan la existencia de variaciones en la salinidad. Según Kihn *et al.* (2017b) la salinidad es una de las variables ambientales más relevantes que rigen la distribución de las especies de ostrácodos en los ambientes estuáricos. Esto coincide con lo propuesto previamente por

Engel & Swain (1967), Keyser (1977), Cronin (1979), Frenzel & Boomer (2005) y Coimbra *et al.* (2007), quienes postulan que la adaptación a variaciones en la salinidad es el factor con mayor incidencia en el control ecológico de la estructuración de las poblaciones de ostrácodos y su distribución en los ambientes estuáricos. Horne *et al.* (2021) señalan a la salinidad, junto a las mareas y a los cambios meteorológicos, como factores relevantes a tener en consideración en la caracterización completa, desde un punto de vista espacio-temporal, de la riqueza específica de la ostracofauna en ambientes vinculados a los estuarios.

8.2 Estructura poblacional, diversidad y ecología

Los valores de temperatura, salinidad y pH medidos durante este trabajo se encontraron dentro de los rangos previamente reportados (Reta *et al.*, 2001; Marcovecchio *et al.*, 2006; Beltrame *et al.*, 2009). Los años en los que se llevó a cabo el muestreo de campo se caracterizaron por la inusual cantidad de días de lluvia; habiendo incluso precipitaciones intensas en las fechas de campaña o días previos. Como consecuencia, la laguna recibió un importante caudal de agua dulce, haciendo además que algunas zonas fuesen de difícil acceso. Posiblemente, este hecho resultó en la homogeneidad de los valores de conductividad y que consecuentemente no se hallasen diferencias significativas entre de los sitios de muestreo.

Los sitios sometidos a mayor influencia de mareas y/o corrientes costeras, y que poseen sedimentos más gruesos, exhibieron menores abundancias de ostrácodos. Particularmente el sitio 1, más cercano a la desembocadura y caracterizado por una granulometría arenosa, es el que presentó la menor abundancia de ostrácodos. Por el contrario, los sitios más cercanos al cuerpo lagunar y con mayor contenido de sedimentos limo-arcillosos (sitios 4 a 7) presentaron abundancias mayores. El desarrollo de una microfauna en un sitio caracterizado por una granulometría de fracciones de gran tamaño y la presencia de abundantes bioclastos podría verse desfavorecido dado que el sustrato resulta inestable para el establecimiento de tales organismos. Ese es el caso de los 4 taxones vivos determinados cuyo modo de vida es bentónico.

La elevada proporción en la relación A/J , para *C. asperereticulata* y *C. dimorphica*; así como los bajos valores determinados para *C. salebrosa hartmanni* podrían deberse tanto a diferencias en la fragilidad de los ejemplares como en el tamaño de los estadios juveniles en un ambiente de moderada energía; donde los ejemplares juveniles de los dos primeros taxones, que son más pequeños y frágiles,

sean más susceptibles tanto a la destrucción como al desplazamiento espacial por la hidrodinamia del ambiente. Kontrovitz (1975) propuso que la estructura poblacional *post mortem* de los ostrácodos está determinada no sólo por los factores ambientales y la dinámica del ambiente depositacional, sino también por el tamaño y la morfología de los ejemplares de cada especie. No obstante, estos factores podrían ser relevantes en poblaciones vivientes.

En cuanto a la densidad faunística, los valores más bajos corresponden a los 3 sitios más cercanos a la desembocadura. En este sector del canal estuarial se perciben con mayor intensidad los efectos de las mareas, las cuales pueden alcanzar una amplitud de 1 m en 20 minutos (Isla, 1996). Probablemente, las mareas junto con las descargas de dos arroyos, cuya conexión con la laguna coincide con el sitio 3, incrementen la energía ambiental en los tres sitios haciendo que este sector de la laguna sea menos propenso para el desarrollo de la ostracofauna.

Los valores de los índices ecológicos reflejaron una reducida diversidad en todos los sitios. El valor más elevado del índice de Shannon-Wiener fue 1 en el sitio 5. Estos resultados no solo se hallan vinculados al reducido número de taxones hallados, sino también a la dominancia de *C. salebrosa hartmanni* o *C. asperereticulata* en los ensambles; la cual pudo ser corroborada mediante el índice de Simpson, cuyos valores fueron en general tendientes a 0,5.

Diversos estudios de la relación entre los ostrácodos y la composición iónica del agua han establecido que existen especies que presentan sus óptimos en aguas cloruradas, carbonatadas o sulfatadas (Forester & Brouwers, 1985; Smith, 1993; Laprida, 2006). En el presente trabajo, *C. salebrosa hartmanni* se relacionó positivamente con el SO_4^{-2} , siendo este ión representativo de la salinidad en términos generales, dado que estuvo correlacionado con el Na^+ , el Cl^- y la conductividad. Este resultado revalida la descripción previa del taxón como indicador de ambientes Cl^-/Na^+ o $\text{HCO}_3^-/\text{Na}^+$ dominados, eutróficos a hipertróficos, tales como lagunas y arroyos permanentes en los cuales suelen registrarse variaciones graduales de la salinidad y la composición iónica (Laprida, 2006). La elevada abundancia de este taxón en el canal estuarial, dominando varios ensambles de los sitios muestreados, revalida su clasificación ecológica como taxón mixohalino por parte de diversos autores.

C. asperereticulata se relacionó positivamente con las variables ambientales pH y temperatura, siendo hallada en valores promedio de pH de 8,3 y de temperatura de 16,2 °C. Numerosos estudios vinculan a especies del mismo género con valores similares a los obtenidos en el presente trabajo; tal es el caso de *Callistocythere rastrifera* hallada en el estuario de los ríos Tinto y Odiel (España) en un rango de pH entre 8,05 y 8,3 y a temperaturas mayores a 14 °C (Ruiz *et al.*, 1997), *Callistocythere nucleoperiscum* reportada en el estuario de Bahía Blanca en un rango de pH entre 7,5 y 8,4 (Kihn *et al.*,

2017b), y *Callistocythere badia* en en la costa de Filey Brigg (Inglaterra) en un rango de pH entre 8,4 y 8,9 y de temperatura de 15 a 17 °C (Hull, 1999).

A partir de los análisis multivariados solo se pudo vincular positivamente a dos de las cuatro especies vivientes en el canal estuarial de la laguna costera Mar Chiquita con diferentes variables ambientales. Mientras que *C. salebrosa hartmanni* se relacionó positivamente con la salinidad y *C. asperereticulata* con el pH y la temperatura, para *C. dimorphica* y *L. cusminskyae* no se hallaron tendencias claras. Aun así los resultados obtenidos permiten validar la hipótesis de que los factores abióticos en los ambientes bajo estudio condicionan la distribución de algunos taxones de ostrácodos.

8.3 Fidelidad y tafonomía

Los valores de los 3 índices de alfa diversidad (S , H' , D) fueron considerablemente mayores en los EM de los diferentes sitios de muestreo que en sus respectivos EV, con la presencia de numerosos taxones marinos que hoy día no habitan en la laguna. Es probable que tal hecho se deba al aporte de valvas fósiles provenientes del retrabajamiento del sedimento de los cordones conchiles de la berma del canal estuarial, como resultado de factores erosivos como el viento y los efectos de la marea. Estos depósitos, pertenecientes al período regresivo marino del Holoceno se hallan alrededor de toda la laguna y constituyen el sustrato de la marisma alta (Schnack *et al.*, 1982; De Francesco & Hassan, 2008). La mezcla temporal asociada a un proceso de reelaboración que conduce a una abundancia de valvas antiguas en los EM modernos, se conoce como remanié (Kidwell & Bosence, 1991; Kowalewski & Bambach, 2003). Por tal motivo, ejemplares fósiles pertenecientes a taxones que actualmente no habitan en la laguna pasan a formar parte de los EM, revelando su potencial como análogo moderno del registro fósil. Adicionalmente, esta propuesta se halla soportada por el hecho de que la gran mayoría de los taxones presentes solo en los EM son marinos (*Ambostracon bertelsae*, *Ambostracon tenuireticulata*, *Argenticytheretta levipunctata*, *Argilloecia parameridionalis*, *Austroaurila theeli*, *Callistocythere rioplatensis*, *Caudites gnomus*, *Cornucoquimba lutziana*, *Cytherella* sp., *Cytheretta punctata*, *Frenquellicythere argentinensis*, *Hemicytherura lapillata*, *Hemicytherura stigmata*, *Keijia falklandi*, *Loxoconcha* sp., *Loxocythere variasculpta*, *Minicythere argentinensis*, *Muellerina* sp., *Munseyella undulata*, *Neocytherideis ruidis*, *Oculocytheropteron escobasensis*, *Oculocytheropteron micropunctatum*, *Oculocytheropteron reticulopunctatum*, *Papillosacythere parallela*, *Paracytherois* sp. 1, *Paracytherois* sp. 2, *Parakrithella hanaii*, *Pellucistoma elongata*, *Protocytheretta multicostata*, *Quadracythere gloriaensis*,

Rotundacythere sp., *Ruggiericythere dimorphica*, *Semicytherura clavata*, *Semicytherura closteria*, *Semicytherura rugosoreticulata*, *Semixestoleberis* sp.).

Por otro lado, los sitios 2 a 7 se hallaron en el cuadrante superior derecho de elevada similitud taxonómica y de abundancias, lo que indica que la mayoría de los taxones de los EV se hallan presentes en los EM (similitud >0.5) y que existen coincidencias en los taxones dominantes en cada sitio ($Rho > 0$). Si bien los EM de los sitios 2 a 7 poseen valores de índices de alfa diversidad más altos que sus respectivos EV, dado que se hallan enriquecidos con un elevado número de taxones que no habitan la laguna actualmente, la fidelidad en dichos sitios es alta debido a que los taxones que dominan en los EM son los mismos que dominan en los EV. En este sentido, es que la utilización de un estimador de la fidelidad como lo es el índice de Jaccard-Chao, capaz de reflejar la representatividad de cada taxón en la muestra, resulta una herramienta valiosa. El resultado obtenido para sitio 1 podría deberse al escaso número de ejemplares recuperados de las muestras ($n_{total}=8$) en conjunto con una escasa o nula fidelidad. Ritter & Erthal (2013), en un estudio donde compararon ensambles fósiles (EF), EV y EM de moluscos de un sistema de lagunas costeras de Brasil, encontraron que la fidelidad entre estos últimos era muy pobre a escala local; donde los EM se caracterizaban por una mayor riqueza debido principalmente al *time averaging* como factor conducente a la acumulación de taxones ecológicamente persistentes durante períodos de tiempo prolongados, pero también al transporte de taxones marinos por efecto de las mareas, la reducida destrucción biogénica y las elevadas tasas de sedimentación. Los autores señalan además que la reducida riqueza de los EV es debida a la elevada presión osmótica ambiental y la baja profundidad, ambas características que se reflejan en los EV de la laguna de Mar Chiquita.

La fidelidad más alta se observó en los sitios 4 y 7. El sitio 4 coincide con un sector del canal estuarial que se distingue de los demás sitios por ser una zona calma y de reparo; mientras que el sitio 7 es el más cercano al cuerpo lagunar. Posiblemente, en ambos sitios la energía ambiental sea significativamente menor respecto de los demás sitios, reduciendo el retrabajamiento de los EF de los cordones conchiles y favoreciendo así que en los primeros centímetros superficiales de sedimento los EM representen y reflejen mejor la composición de los EV. En contrapartida, la fidelidad en los sitios 2 y 3, menor que la de los sitios previos, podría deberse a una elevada energía ambiental por efecto de las mareas, dada su cercanía a la desembocadura de la laguna, como al aporte de agua por parte de dos arroyos anteriormente referidos. Esto generaría un mayor retrabajamiento de los EF, aportando una mayor cantidad de valvas de taxones muertos a los EM.

En cuanto al análisis tafonómico de los ejemplares de *C. salebrosa hartmanni* recuperados de las muestras de sedimento superficial, todos los sitios exhibieron una excelente preservación respecto a la

fragmentación. Es posible que la reducida fragmentación pueda deberse por un lado a las características intrínsecas del taxón (mayor tamaño y espesor de las valvas), las cuales disminuyen el efecto de los procesos tafonómicos que ocurren en la TAZ. Por otro lado, es posible que la buena preservación respecto a la fragmentación se halle asociada a las elevadas tasas de sedimentación y/o a la ausencia de retrabajamiento del material resultante una vez que se ha producido la acumulación de ejemplares en los EM. En el canal estuarial, si bien la sedimentación es variable en términos estacionales, los principales factores que la condicionan son el efecto de las precipitaciones y el viento (Isla, 1996; Isla & Gaido, 2001).

En relación con la alteración de la superficie de las valvas, los valores más elevados correspondieron a los sitios 4, 5 y 6. Varios ejemplares de estos sitios poseían un color blanquecino, muchas veces de aspecto nacarado; y no era posible observar elementos típicos como la zona marginal, los canales de poros marginales y los poros normales. Davies *et al.* (1990) propusieron que los cambios observados en conchas de bivalvos y gasterópodos se debían a la depositación y acumulación tanto de carbonatos autigénicos como de material particulado asociado sobre las valvas; proceso que llamaron precipitación autigénica o acumulación de partículas. Los sitios mencionados no difieren sustancialmente en la composición hidroquímica de los iones determinados. No obstante, algunas especies químicas que no fueron determinadas en el presente trabajo, como el CO_3^{-2} , NO_3^- y PO_4^{-3} , en interacción entre ellas y con el material sólido particulado en suspensión podrían generar una costra o matriz resultante que quedase parcial o totalmente cementada sobre las valvas.

Respecto a la desarticulación, el sitio 4 fue aquel que presentó el valor más bajo, siendo referido previamente como un sector del canal estuarial de reparo, en términos de energía ambiental, por sus características geomorfológicas. Por lo tanto, la mayor presencia de valvas articuladas en los sedimentos superficiales de este sitio podría deberse a restricciones en el transporte y la hidrodinamia del medio. Esta idea permite avalar la hipótesis de que en medios acuáticos turbulentos, donde la energía ambiental es mayor, la preservación de los ejemplares se ve afectada. En cambio, el sitio que presentó la mayor desarticulación fue el sitio 6, posiblemente por el efecto de múltiples factores como el viento, las mareas, la escasa profundidad y la bioturbación generada principalmente por cangrejos.

El conjunto de resultados obtenidos permitió evidenciar la existencia de alteraciones tafonómicas que operan sobre los EM, a partir de la existencia de un elevado número de taxones marinos que no habitan actualmente en el canal estuarial de la laguna. No obstante, la elevada fidelidad entre ensambles da cuenta de que la magnitud de dichas alteraciones tafonómicas no es lo suficientemente fuerte para modificar la proporción de cada taxón dentro de los EM, en los cuales se

hallan mejor representados los taxones vivos. Esta idea, de que los procesos tafonómicos presentan un efecto relativo y limitado en el canal estuarial de la laguna costera Mar Chiquita, también se basa en la buena preservación de los restos de *C. salebrosa hartmanni*, empleada como taxón target; ya que si bien fue posible cuantificar atributos como la fragmentación, la alteración de la superficie y la desarticulación, dichos valores fueron bajos.

El retrabajamiento de los EF por factores erosivos genera el depósito de abundantes valvas en los EM modernos, lo que en principio tendría implicaciones relevantes para la utilización de estos últimos como análogos modernos de hábitats estuáricos pasados; y por ende en estudios del Holoceno destinados a reconstruir paleoambientes costeros asociados con las fluctuaciones en el nivel del mar. Sin embargo, al efectuar un análisis más detallado de la composición de los EM se hace evidente que existe una mayor representatividad de los taxones presentes en los EV, ya que la mayor abundancia dentro de los EM corresponde a taxones que también viven actualmente en la laguna. Es probable que tales taxones posean un aporte mayor por parte de los ejemplares vivos a los EM. De esta forma, queda claro que los EM son útiles en la interpretación del registro fósil, dado que es posible reconocer en ellos un ambiente costero como la laguna de Mar chiquita, en la medida en la que sean utilizados con prudencia al considerar las proporciones relativas de cada taxón (aquellas con un porcentaje superior al 15%) y no únicamente la presencia de los mismos; ya que el elevado número de taxones trazas (<6 % dentro del EM, y en su mayoría alóctonos) puede distorsionar la correcta interpretación y reconstrucción de la evolución de paleoambientes costeros conduciendo a errores.

8.4 Tafonomía experimental

En el experimento de pH solo se observó el deterioro de los ejemplares a pH 5 y 6. La disolución de los juveniles y adultos de *C. salebrosa hartmanni* resultó ser similar. Sin embargo, la disolución en ejemplares adultos de *C. salebrosa hartmanni* fue menor respecto a los ejemplares adultos de *C. asperereticulata* a pH 6. También cabe destacar que en aquellos ejemplares donde fue notable el efecto de la disolución la misma no tomó lugar de manera homogénea en toda la superficie de las valvas; sino que ocurrió principalmente en el margen anterior para *C. salebrosa hartmanni* y en las zonas de depresión del reticulado de *C. asperereticulata*. De Decker (2002) demostró que la disolución de las valvas comienza generalmente en las zonas con mayor densidad de poros donde las mismas son más delgadas. Recientemente, Silva dos Santos & Ramos (2022) demostraron que este fenómeno, al que

llamaron disolución parcial por tratarse de un proceso que inicia como la expansión en el tamaño de los canales de poros, es independiente del estadio ontogenético; idea que refuerza aún más la similitud de los resultados obtenidos entre juveniles y adultos de *C. salebrosa hartmanni*.

El desarrollo de opacidad se registró a pH 5 y 6; siendo interpretado como una consecuencia de la disolución, dado que la única variable modificada durante los ensayos fue el pH. Este fenómeno ha sido documentado previamente en entornos naturales dulceacuícolas, donde las aguas suelen estar subsaturadas con respecto al CaCO_3 , produciendo comúnmente cambios en la disolución y el color (Brett & Baird, 1986; Nielsen *et al.*, 2008; Powell *et al.*, 2011; Erthal *et al.*, 2011; 2015). Aunque hubo una menor opacidad en valvas de *C. asperereticulata* a pH 5, con relación al otro taxón, es probable que esto se deba a que la variación en la coloración no pudo ser registrada por el elevado grado de deterioro de los ejemplares luego de concluido el ensayo; los cuales adquirieron el aspecto de un residuo constituido fundamentalmente por las partes blandas de los organismos (Figura 7.9).

Respecto al ensayo de energía, no fue registrada fragmentación ni abrasión en ninguno de los tratamientos. No obstante, aunque dando cuenta de una muy buena preservación, tanto la fragmentación como la alteración de la superficie fueron atributos tafonómicos registrados en los EM de los diferentes sitios de muestreo; lo que sugiere que para que los efectos sean observables, podría ser necesario un mayor tiempo de exposición que el considerado en este ensayo, a la misma velocidad.

Por otro lado, no se hallaron diferencias significativas en la desarticulación entre los tratamientos que comparaban individuos adultos de *C. salebrosa hartmanni* y *C. asperereticulata*. Dado que el tipo de charnela en ambos taxones es del tipo más complejo y evolutivamente novedoso (anfidonta) (Park & Ricketts, 2003; Laprida & Ballent, 2008), esta estructura más robusta y unificadora podría garantizar una eficiente articulación de las valvas como para impedir su separación posteriormente a su muerte. No obstante, la desarticulación fue significativamente mayor para el tratamiento de ejemplares juveniles de *C. salebrosa hartmanni* incubados durante 30 días, con relación a los ejemplares adultos del mismo taxón. Posiblemente, como los elementos que forman parte de la charnela en los ejemplares juveniles se encuentran menos desarrollados; son más susceptibles a desarticularse. De esta forma se valida la hipótesis de que una charnela más compleja garantiza mayor resistencia al estrés mecánico.

Por otra parte, debe considerarse que además de la charnela, uno de los elementos que garantiza la cohesividad de las valvas aún luego de la muerte de los organismos es el estado tónico de los músculos aductores insertos en la superficie interna de las mismas; mucho más si la muerte es repentina y traumática. No obstante, al tratarse de un tipo de tejido blando, el mismo se ve afectado por

la descomposición llevada a cabo por microorganismos; de modo que en un ambiente donde existe mucha materia orgánica que favorece la proliferación de bacterias, luego de un determinado tiempo, este tejido se degrada. Sin embargo, dado que los individuos utilizados en este ensayo fueron secados inmediatamente luego de ser recolectados en el campo y que una vez depositados en el medio acuoso transcurrieron un máximo de 30 días, el tejido blando seguía presente y prácticamente inalterado; incluyendo los músculos aductores. Este hecho fue señalado previamente en algunos trabajos descriptivos sobre bivalvos donde se demostró que la elevada proporción de valvas articuladas y herméticamente cerradas obedece a un entierro relativamente rápido, que ha tenido lugar antes de que los músculos aductores se desintegren (Fürsich & Oschmann, 1993; Erthal *et al.*, 2011; 2015; Zacarías *et al.*, 2019).

Finalmente, las diferencias halladas en ambos experimentos permiten validar la hipótesis de que existe una relación inversa entre las dimensiones de las valvas y la alteración que experimentan ante la energía y la acidez del medio.

9. Conclusiones

La ostracofauna de la zona estuárica de la laguna costera Mar Chiquita se destaca por la dominancia de *C. salebrosa hartmanni* y *C. asperereticulata* en un rango de conductividad de 1 a 45 mS/cm. El primer taxón se relacionó positivamente con la salinidad, mientras que el segundo se relacionó positivamente con el pH y la temperatura.

El presente trabajo constituye el primer registro de *C. asperereticulata* y *L. cusminskyae* viviendo en un ambiente estuárico.

Los sitios más cercanos a la desembocadura, que poseen mayor energía ambiental, presentaron una menor abundancia de ostrácodos que los sitios más internos.

Los ejemplares juveniles de *C. asperereticulata* y *C. dimorphica* fueron más susceptibles a la destrucción y al desplazamiento espacial por la hidrodinamia del ambiente que los ejemplares juveniles de *C. salebrosa hartmanni*, debido a que los primeros poseen un tamaño más pequeño.

La diversidad de ostrácodos fue mayor en los EM que en las biocenosis debido al aporte de valvas fósiles provenientes del retrabajamiento de los cordones conchiles holocenos.

Las especies vivientes en el canal estuarial de la laguna costera Mar Chiquita se encuentran bien representadas en los EM.

C. salebrosa hartmanni presentó baja fragmentación, alteración de la superficie y desarticulación en los EM.

La disolución y opacidad de las valvas ocurrió a pH ácidos. La disolución en *C. salebrosa hartmanni* no se vio afectada por el estadio ontogenético; en cambio, en ejemplares adultos de *C. salebrosa hartmanni* fue menor respecto a ejemplares adultos de *C. asperereticulata* a pH 6. La misma ocurrió principalmente en el margen anterior en el primer taxón y en las zonas de depresión del reticulado del segundo.

La desarticulación de *C. salebrosa hartmanni* fue mayor en individuos juveniles que en adultos, pero fue similar entre estos últimos y ejemplares adultos de *C. asperereticulata* porque ambos poseen una charnela compleja y robusta y por la prevalencia de los músculos aductores.

Los EM son útiles como análogo moderno del registro fósil si se contemplan las proporciones relativas de los taxones presentes en ellos.

10. Apéndice

En esta sección se presenta una lista de los taxones de ostrácodos determinados a partir de ejemplares adultos recuperados de las muestras de sedimento superficial. En color negro se señalan los taxones que fueron hallados muertos y en color rojo se señalan los que fueron hallados tanto muertos como vivos. En la Tabla 10 se muestran los sitios donde fue hallado cada taxón.

Lista de taxones determinados

1. ***Ambostracon bertelsae*** (Sanguinetti, de Ornellas & Coimbra, 1991)
2. ***Ambostracon tenuireticulata*** Kotzian, 1982
3. ***Argenticytheretta levipunctata*** Sanguinetti, de Ornellas & Coimbra, 1991
4. ***Argilloecia parameridionalis*** Whatley, Moguevsky, Chadwick, Toy & Ramos, 1998
5. ***Austroaurila theeli*** (Skogsberg, 1928)
6. ***Callistocythere asperereticulata*** Whatley & Moguevsky, 1973
7. ***Callistocythere nucleoperiscum*** Whatley, Moguevsky, Chadwick, Toy & Ramos, 1998
8. ***Callistocythere rioplatensis*** Whatley, Moguevsky, Chadwick, Toy & Ramos, 1998
9. ***Caudites gnomus*** Coimbra & de Ornellas, 1987
10. ***Cornucoquimba lutziana*** Zabert, 1978
11. ***Cyprideis multidentata*** Hartmann, 1955
12. ***Cyprideis salebrosa hartmanni*** Ramírez, 1967
13. ***Cytherella* sp.**
14. ***Cytheretta punctata*** Sanguinetti, 1979
15. ***Cytherura dimorphica*** Bertels & Martínez, 1997
16. ***Frenquellicythere argentinensis*** Bertels Psocka & Martinez, 1999
17. ***Hemicytherura lapillata*** Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
18. ***Hemicytherura stigmata*** Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
19. ***Ilyocypris gibba*** (Ramdohr, 1808)
20. ***Keijia falklandi*** (Brady, 1880)
21. ***Limnocythere cusminskyae*** Ramón Mercau, Plastani & Laprida, 2014

22. *Limnocythere multiperforata* (Whatley & Cholich, 1974)
23. *Limnocythere solum* (Whatley & Cholich, 1974)
24. *Loxoconcha* sp.
25. *Loxocythere variasculpta* Whatley, Moguevsky, Toy, Chadwick & Ramos, 1997
26. *Minicythere argentiensis* Bertels & Martínez, 1997
27. *Muellerina* sp.
28. *Munseyella undulata* Whatley, Moguevsky, Toy, Chadwick & Ramos, 1997
29. *Neocytherideis ruidis* Whatley, Moguevsky, Chadwick, Toy & Ramos, 1998
30. *Oculocytheropteron escobasensis* (Bertels Psocka & Laprida, 1998)
31. *Oculocytheropteron micropunctatum* Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
32. *Oculocytheropteron reticulopunctatum* Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
33. *Papillosacythere parallela* Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1987
34. *Paracytherois* sp. 1
35. *Paracytherois* sp. 2
36. *Parakrithella hanaii* Hartmann, 1962
37. *Pellucistoma elongata* Whatley, Moguevsky, Toy, Chadwick & Ramos, 1997
38. *Protocytheretta multicostata* Whatley, Moguevsky, Toy, Chadwick & Ramos, 1997
39. *Quadracythere gloriaensis* Bertels Psocka & Laprida, 1998
40. *Rotundracythere* sp.
41. *Ruggiericythere dimorphica* (Whatley, Moguevsky, Chadwick, Toy & Ramos, 1998)
42. *Semicytherura clavata* (Brady, 1880)
43. *Semicytherura closteria* Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
44. *Semicytherura rugosoreticulata* Whatley, Chadwick, Coxill & Toy, 1988
45. *Semixestoleberis* sp.

Tabla 10- Presencia de taxones por sitio de muestreo.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7
<i>Ambostracon bertelsae</i>							
<i>Ambostracon tenuireticulata</i>							
<i>Argenticytheretta levipunctata</i>							
<i>Argilloecia parameridionalis</i>							
<i>Austroaurila theeli</i>							
<i>Callistocythere asperereticulata</i>							
<i>Callistocythere nucleoperiscum</i>							
<i>Callistocythere rioplatensis</i>							
<i>Caudites gnomus</i>							
<i>Cornucoquimba lutziana</i>							
<i>Cyprideis multidentata</i>							
<i>Cyprideis salebrosa hartmanni</i>							
<i>Cytherella</i> sp.							
<i>Cytheretta punctata</i>							
<i>Cytherura dimorphica</i>							
<i>Freguellicythere argentinensis</i>							
<i>Hemicytherura lapillata</i>							
<i>Hemicytherura stigmata</i>							
<i>Ilyocypris gibba</i>							
<i>Keijia falklandi</i>							
<i>Limnocythere cusminskyae</i>							
<i>Limnocythere multiperforata</i>							
<i>Limnocythere solum</i>							
<i>Loxoconcha</i> sp.							
<i>Loxocythere variasculpta</i>							
<i>Minicythere argentinensis</i>							
<i>Muellerina</i> sp.							
<i>Munseyella undulata</i>							
<i>Neocytherideis ruidis</i>							
<i>Oculocytheropteron escobasensis</i>							
<i>Oculocytheropteron micropunctatum</i>							
<i>Oculocytheropteron reticulopunctatum</i>							
<i>Papillosocythere paralela</i>							
<i>Paracytherois</i> sp. 1							
<i>Paracytherois</i> sp. 2							
<i>Parakrithella hanaii</i>							
<i>Pellucistoma elongata</i>							
<i>Protocytheretta multicostata</i>							
<i>Quadracythere gloriaensis</i>							
<i>Rotundracythere</i> sp.							
<i>Ruggiericythere dimorphica</i>							
<i>Semicytherura clavata</i>							
<i>Semicytherura closteria</i>							
<i>Semicytherura rugosoreticulata</i>							
<i>Semixestoleberis</i> sp.							

11. Bibliografía

- Addino, M.S., M.F. Álvarez, T. Brey, O. Iribarne & B.J. Lomovasky. 2019. Growth changes of the stout razor clam *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) under different salinities in SW Atlantic estuaries. *Journal of Sea Research* 146: 14-23.
- Aguirre, M.L. & R.C. Whatley. 1995. Late Quaternary marginal marine deposits and palaeoenvironments from Northeastern Buenos Aires province, Argentina. *Quaternary Science Reviews* 14(3): 223-254.
- Aladin, N.V. 1993. Salinity tolerance, morphology and physiology of the osmoregulation organs in Ostracoda with special reference to Ostracoda from the Aral Sea. En: P. Jones, K. McKenzie (eds.), *Ostracoda in the Earth and Life Sciences*, pp. 387-403, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Álvarez, J.A., S.M. Álvarez., F. Ríos & A. Ferrante. 1983. General characteristics of the Mar Chiquita Lagoon (Argentina) and its coastal management aspects. Instituto para la investigación de los Problemas del Mar. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Informe Técnico, 37 p.
- Anadón, P., E. Gliozzi & I. Mazzini. 2002. Palaeoenvironmental reconstruction of marginal marine environments from combined paleoecological and geochemical analyses on ostracods. En: J.A. Holmes & A. Chivas (eds.), *The Ostracoda: applications in Quaternary research. Geophysical monograph*, pp. 227-247, American Geophysical Union, Washington DC.
- APHA. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APHA, Washington, DC.
- Armstrong, H.A. & M.D. Brasier. 2005. *Microfossils*. Blackwell Publishing, Oxford, 304 pp.
- Azpelicueta, M.M, D.E. Figueroa, J.M. Díaz de Astarloa & M.B. Cousseau. 1998. Freshwater fishes in a world reserve of biosphere: Mar Chiquita Coastal Lagoon (Buenos Aires, Argentina). *Biogeographica* 74(2): 85-90.
- Bailey, J.V., A.S. Cohen & D.A. Kring. 2005. Lacustrine fossil preservation in acidic environments: implications of experimental and field studies for the Cretaceous Paleogene boundary acid rain trauma. *Palaios* 20(4): 376-389.
- Beltrame, M.O.; S.G. De Marco & J.E. Marcovecchio. 2009. Dissolved and particulate heavy metals distribution in coastal lagoons. A case study from Mar Chiquita Lagoon, Argentina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 85(1): 45-56.

- Benson, R.H. 1961. Ecology of ostracode assemblages. En: R.C. Moore & C.W. Pitrat (eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology: Part Q. Arthropoda 3, Crustacea, Ostracoda*, pp. 56-63, Geological Society of America, New York.
- Benson, R.H. 2003. The ontogeny of an ostracodologist. *The Paleontological Society Papers* 9: 1-8.
- Benzie, J.A.H. 1989. The distribution and habitat preference of ostracods (Crustacea: Ostracoda) in a coastal sand-dune lake, Loch of Strathbeg, north-east Scotland. *Freshwater Biology* 22(2): 309-321.
- Bertels, A. & D.E. Martínez. 1990. Quaternary ostracodes of continental and transitional littoral-shallow marine environments. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 123(2): 141-159.
- Bertels, A. & D.E. Martínez. 1997. Ostrácodos holocenos de la desembocadura del arroyo Napostá Grande, sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 29(3): 29-69.
- Bertels Psocka, A. & C. Laprida. 1998a. Ostrácodos (Arthropoda, Crustacea) del Miembro Cerro de la Gloria, Formación Las Escobas (Holoceno), provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 30(1): 103-127.
- Bertels Psocka, A. & C. Laprida. 1998b. Ostrácodos (Arthropoda, Crustacea) holocenos del Miembro Canal 18 (Formación Las Escobas), provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 30(1): 129-137.
- Bertels Psocka, A. & C. Laprida. 1998c. Ostrácodos (Arthropoda, Crustacea) de la Formación Las Escobas (Holoceno), cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Ameghiniana* 35(1): 81-86.
- Bertels Psocka, A. & C. Laprida. 1998d. Ostrácodos y paleoambientes holocenos del nordeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 35(2): 151-162.
- Bertels Psocka, A. & D.E. Martínez. 1999. *Frenquellicythere argentinensis*, n. gen. and n. sp. from Holocene deposits of estuary of Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. *Micropaleontology* 45(4): 394-398.
- Best, M.M.R. & S.M. Kidwell. 2000. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings. I. Environmental variation in shell condition. *Paleobiology* 26(1): 80-102.
- Boomer, I. & G. Eisenhauer. 2002. Ostracod faunas as palaeoenvironmental indicators in marginal marine environments. En: J.A. Holmes & A.R. Chivas (eds.), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*, pp. 135-149, Geophysical Monograph, Washington D.C.

- Boomer, I., D.J. Horne & R.J. Smith. 2006. Freshwater Ostracoda (Crustacea) from the Assynt region, NW Scotland: new Scottish records and a checklist of Scottish freshwater species. *Bulletin de l'Institut royal des sciences Belgique Biologie* 76: 111-123.
- Bottjer, D.J. 2016. *Paleoecology: past, present and future*. John Wiley & Sons, 232 pp.
- Brady, G.S. 1880. Report on the Ostracoda dredged by HMS. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology* 1(3): 1-184.
- Brett, C.E. & G.C. Baird. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaios* 1(3): 207-227.
- Brett, C.E. & S.E. Speyer. 1990. Taphofacies. En: D.E.G. Briggs & P.R. Crowther (eds.), *Palaeobiology: a synthesis*, pp. 258-262, Blackwell Science.
- Brusca, R.C., W. Moore & S.M. Shuster. 2016. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Oxford, 1100 pp.
- Carroll, M., M. Kowalewski, M.G. Simões & G.A. Goodfriend. 2003. Quantitative estimates of time-averaging in terebratulid brachiopod shell accumulations from a modern tropical shelf. *Paleobiology* 29(3): 381-402.
- Carvalho da Luz, N., M.d.N. Ritter & J.C. Coimbra. 2021. Hotspots of fidelity: live-dead faithfully of marine ostracods shed light on the structure of the microfossil record. Second Workshop on Actualistic Taphonomy (Rio Grande do Sul, Brazil), Resúmenes: p. 30.
- Chao, A.C. & T.J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's diversity index when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10: 429-443.
- Chao, A.C., R.L. Chazdon, R.K. Colwell & T.J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8(2): 148-159.
- Cohen, A.C. & J.G. Morin. 1990. Patterns of reproduction in ostracodes: a review. *Journal of Crustacean Biology* 10(2): 184-211.
- Coimbra, J.C. & L.P. de 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* 19(19): 55-80.
- Coimbra, J.C., A.L. Carreño & B.B. Elchier. 2007. Ostracods (Crustacea) from Cananéia- Iguape estuarine/lagoon system and geographical distribution of the mixohaline assemblages in southern and southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 97(3): 273-279.

- Cousseau, M.B., J.M. Díaz de Astarloa & D.E. Figueroa. 2001. La ictiofauna de la Mar Chiquita. En: O.O. Iribarne (ed.), *Reserva de Biosfera Mar Chiquita, características físicas, biológicas y ecológicas*, pp. 187-203, Editorial Martín.
- Coviaga, C.A. 2015. *Ostrácodos lacustres actuales de Patagonia Norte y su correspondencia con secuencias holocénicas*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, 235 pp. (Inédito).
- Coviaga, C.A., G.C. Cusminsky & P. Pérez. 2017. Ecology of freshwater ostracods from Northern Patagonia and their potential application in paleo-environmental reconstructions. *Hydrobiologia* 816(1): 3-20.
- Cronin, T.M. 1979. Late Pleistocene marginal marine ostracodes from the Southeastern Atlantic Coastal plain and their paleoenvironmental implications. *Géographie Physique Quaternaire* 33(2): 121-173.
- Davies, D.J., E.N. Powell & R.J. Stanton. 1989. Relative rates of shell dissolution and net accumulation—a commentary: can shell beds form by the gradual accumulation of biogenic debris on the sea floor?. *Lethaia* 22(2): 207-212
- Davies, D.J., G.M. Staff, W.R. Callender & E.N. Powell. 1990. Description of a quantitative approach to taphonomy and taphofacies analysis: all dead things are not created equal. En: W. Miller (ed.), *Paleocommunity Temporal Dynamics: The Long-Term Development of Multispecies Assemblies*, pp. 328-350, The Paleontological Society Special Publication, University of Tennessee, Knoxville.
- De Deckker, P. 2002. Ostracod Palaeoecology. En: I. Boomer, D.J. Horne & I.J. Slipper (eds.), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*, pp. 121-134, Geophysical Monograph Series.
- De Francesco, C.G. & G.S. Hassan. 2008. Dominance of reworked fossil shells in modern estuarine environments: Implications for paleoenvironmental reconstructions based on biological remains. *Palaios* 23(1): 14-23.
- De Francesco, C.G. & F.I. Isla. 2003. Distribution and abundance of hydrobiid snails in a mixed estuary and a coastal lagoon, Argentina. *Estuaries* 26(3): 790-797.
- De Francesco, C.G. & F.I. Isla. 2004. The life cycle and growth of *Heleobia australis* (D'Orbigny, 1835) and *H. conexa* (Gaillard, 1974) (Gastropoda: Rissooidea) in Mar Chiquita coastal lagoon (Argentina). *Journal of Molluscan Studies* 70(2): 173-178.
- De Francesco, C.G., E. Tietze, P.A. Cristini & G.S. Hassan. 2020. Actualistic taphonomy of freshwater mollusks from the Argentine Pampas: An overview of recent research progress. En: S. Martínez, A. Rojas & F. Cabrera (eds.), *Actualistic Taphonomy in South America*, pp. 69-88, Springer Nature, Switzerland.

- Delorme, L.D. 1991. Ostracoda. En: J.H. Thorp & A.P. Covich (eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, pp. 691-772, Academic Press, New York.
- Díaz, A.R. & E.C. Lopretto. 2011. The genus *Chlamydotheca* Saussure (Crustacea: Ostracoda) in northeastern Argentina. *Nauplius* 19(2): 97-107.
- Dietl, G.P. & K.W. Flessa. 2011. Conservation paleobiology: putting the dead to work. *Trends in Ecology & Evolution* 26(1): 30-37.
- Dunn, O.J. 1964. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics* 6(3): 241-252.
- Engel, P.L. & F.M. Swain. 1967. Environmental relationships of recent Ostracoda in Mesquite, Aransas and Copano Bays, Texas Gulf Coast. *Transactions of the Gulf Coast. Association Geological Societies* 17: 408-427.
- Erthal, F., C.B. Kotzian & M.G. Simões. 2011. Fidelity of molluscan assemblages from the Touro Passo Formation (Pleistocene-Holocene), Southern Brazil: taphonomy as a tool for discovering natural baselines for freshwater communities. *Palaios* 26(7): 433-446.
- Erthal, F., C.B. Kotzian & M.G. Simões. 2015. Multistep taphonomic alterations in fluvial mollusk shells: a case study in the Touro Passo Formation (Pleistocene–Holocene), southern Brazil. *Palaios* 30(5): 388-402.
- Fasano, J.L. 1991. *Geología y geomorfología, Región III: Faro Querandí-Mar de Cobo, Provincia de Buenos Aires. Informe Final. Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica de la provincia de Buenos Aires, convenio de cooperación horizontal*. CFI-UNMDP, 118 pp.
- Fasano, J.L., M.A. Hernández, F.I. Isla & E.J. Schnack. 1982. Aspectos evolutivos y ambientales de la laguna Mar Chiquita (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Oceanológica Acta Montreuil*, 285-292.
- Fauvel, P.L.A. 1923. Un nouveau serpulien d'eau saumâtre *Merceriella* n.g., *enigmatica* n.sp. *Bulletin de la Sociét. Zoologique de France* 47: 424-430.
- Ferrero, L. 1996. Paleoecología de ostrácodos holocenos del estuario del río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires). *Ameghiniana* 33(2): 209-222.
- Ferrero, L. 2001. Avifauna de Mar Chiquita. Síntesis del trabajo de Mariano Manuel Martínez. En: O.O. Iribarne (ed.), *Reserva de Biosfera Mar Chiquita, características físicas, biológicas y ecológicas*, pp. 227-250, Editorial Martín.
- Ferrero, L. 2006. *Micropaleontología y paleoecología del Cuaternario del sudeste de la provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 373 pp. (Inédito).

- Ferrero, L. 2009. Foraminíferos y ostrácodos del Pleistoceno Tardío (Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana* 46(4): 637-656.
- Folk, R.L. 1968. *Petrology of sedimentary rocks*. University of Texas at Hemphills, Austin, 159 pp.
- Fontana, S.L. & S. Ballent. 2005. A new giant cypridid ostracod (Crustacea) from southern Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrobiologia* 533(1): 187-197.
- Forester, R.M. & E.M. Brouwers. 1985. Hydrochemical parameters governing the occurrence of estuarine and marginal estuarine ostracodes: an example from south-central Alaska. *Journal of Paleontology* 59(2): 344-369.
- Frenzel, P. & I. Boomer. 2005. The use of ostracods from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 225(1): 68-92.
- Fürsich, F.T. & W. Oschmann. 1993. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. *Journal of the Geological Society* 150(1): 169-185.
- Gómez, E.A., D.E. Martínez, C.M. Borel, G.R. Guerin & G.C. Cusminsky. 2005. Submarine evidence of Holocene sea-level fluctuations in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 20(1): 139-155.
- Gouramanis, C. & P. De Deckker. 2010. Alkalinity control on the partition coefficients in lacustrine ostracodes from Australia. *Geology* 38(4): 359-362.
- Griffith, H.I. & J.A. Holmes. 2000. *Non-marine ostracods and Quaternary palaeoenvironments. Technical Guide 8*. Quaternary Research Association, Londres, 188 pp.
- Hammer, Ø., D. Harper & P. Ryan. 2014. PAST-PALaeontological STatistics, ver.1.81. <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- Hartmann, G. 1955. Neue marine Ostracoden der Familie Cypridae und der Subfamilier Cytherideinae der Familie Cytheridae aus Brasilien. *Zoologischer Anzeiger* 154: 109-127.
- Hartmann, G. 1962. Zur Kenntnis des Eulitorals der chilenischen Pazifikküste und der Küste Südpatagoniens unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden. *Mitteilungen aus dem hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 60: 169-270.
- Hassan, G.S., M.A. Espinosa & F.I. Isla. 2006. Modern diatom assemblages in surface sediments from estuarine systems in the southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Paleolimnology* 35: 39-53.

- Hassan, G.S., M.A. Espinosa & F.I. Isla. 2009. Diatom-based inference model for paleosalinity reconstructions in estuaries along the northeastern coast of Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 275 (1-4): 77-91.
- Heiri, O., A.F. Lotter & G. Lemcke. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: Reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25(1): 101-110.
- Holmes, J.A. 1992. Nonmarine ostracods as Quaternary palaeoenvironmental indicators. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 16(4): 405-431.
- Holmes, J.A. & P. De Deckker. 2012. The chemical composition of ostracod shells: applications in Quaternary palaeoclimatology. En: *Developments in Quaternary Sciences*, pp. 131-143, Elsevier B.V.
- Horiba. 1991. Instruction Manual. Water quality checker U-10. 77.
- Horne, D.J. & I. Boomer. 2000. The role of Ostracoda in saltmarsh meiofaunal communities. En: B.R. Sherwood, B.G. Gardiner & T. Harris (eds.), *British Saltmarshes*, pp. 181-202, Linnean Society, London.
- Horne, D.J. & K. Martens. 1998. An assessment of the importance of resting eggs for the evolutionary success of Mesozoic non-marine cypridoidean Ostracoda (Crustacea). *Advances in Limnology* 52: 549-561.
- Horne, D.J., A. Baltanás & G. Paris. 1998. Geographical distribution of reproductive modes in living non-marine ostracods. En: K. Martens (ed.), *Sex and parthenogenesis. Evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine ostracods*, pp. 77-99, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Horne, D.J., A. Cohen & K. Martens. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and living Ostracoda. En: J.A. Holmes & A.R. Chivas (eds.), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*, pp. 6-36, American Geophysical Union, Washington DC.
- Horne, D.J., M.C. Cabral, F. Fatela & M.S. Radl. 2021. Salt marsh ostracods on European Atlantic and North Sea coasts: Aspects of macroecology, palaeoecology, biogeography, macroevolution and conservation. *Marine Micropaleontology* <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2021.101975>
- Hull, S.L. 1999. Intertidal ostracod (Crustacea: Ostracoda) abundance and assemblage structure within and between four shores in north-east England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1045-1052.

- Isla, F.I. 1980. Evolución morfológica de la zona de la desembocadura de la laguna Mar Chiquita, Provincia de Buenos Aires. Simposio Problemas Geológicos del Litoral Atlántico Bonaerense, Comisión de Investigaciones Científicas (Mar del Plata), pp. 89-108.
- Isla, F.I. 1996. Seasonal behaviour of Mar Chiquita tidal in let in relation to adjacent beaches, Argentina. *Journal of Coastal Research* 13(4): 1221-1232.
- Isla, F.I. & E.S. Gaido. 2001. Evolución geológica de la laguna Mar Chiquita. En: O.O. Iribarne (ed.), *Reserva de Biosfera Mar Chiquita, características físicas, biológicas y ecológicas*, pp. 31-52, Editorial Martín.
- Ituarte, R.B., E.D. Spivak & K. Anger. 2007. Intraspecific variability in life-history traits of a "freshwater shrimp", *Palaemonetes argentinus*. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* 43(4): 293-302.
- Kaesler, R.L., M. Kontrovitz & S. Taunton. 1993. Crushing strength of *Puriana pacifica* (Ostracoda), an experimental approach to taphonomy. *Journal of Paleontology* 67(6): 1005-1010.
- Karanovic, I. 2012. *Recent Freshwater Ostracods of the World*. Springer, Berlin Heidelberg, 608 pp.
- Keyser, D. 1977. Ecology and zoogeography of recent brackish-water Ostracoda (Crustacea) from South-west Florida. En: H. Löffler & D.L. Danielopol (eds.), *Aspects of the Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda*, pp. 207-222, Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Kidwell, S.M. 2001. Preservation of species abundance in marine death assemblages. *Science* 294(5544): 1091-1094.
- Kidwell, S.M. 2007. Discordance between living and death assemblages as evidence for anthropogenic ecological change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(45): 17701-17706.
- Kidwell, S.M. 2013. Time-averaging and fidelity of modern death assemblages: building a taphonomic foundation for conservation palaeobiology. *Palaeontology* 56(3): 487-522.
- Kidwell, S.M. 2015. Biology in the Anthropocene: Challenges and insights from young fossil records. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(16): 4922-4929.
- Kidwell, S.M. & D.W.J. Bosence. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. En: P.A. Allison & D.E.G. Briggs (eds.), *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record*, pp. 115-209, Plenum Press, New York.
- Kidwell, S.M & M. LaBarbera. 1993. Experimental taphonomy. *Palaios* 8(3): 1-2.
- Kidwell, S.M & A. Tomasovych. 2013. Implications of time-averaged death assemblages for ecology and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 44(1): 539-63.

- Kihn, R.G. 2017. Invasion of *Cyprideis salebrosa* (ostracods, crustaceans) in Bahía Blanca estuary, Buenos Aires, Argentina. *Munis Entomology & Zoology* 2(12): 644-649.
- Kihn, R.G. & E.A. Gómez. 2015a. Ostracods of quaternary sediments of the province of Buenos Aires, Argentina. *Munis Entomology & Zoology* 10(1): 283-288.
- Kihn, R.G. & E.A. Gómez. 2015b. Predation on recent Marine and Fresh-Water Ostracod populations of The Central Region of The Republic Argentina. *Munis Entomology & Zoology* 10(1): 86-93.
- Kihn, R.G., F. Crespo & J.L. Pall. 2017a. Ostrácodos de lagos someros de la región central de Argentina: implicaciones paleolimnológicas. *Revista Brasileira de Paleontología* 20(3): 373-382.
- Kihn, R.G., D.E. Martínez & E.A. Gómez. 2017b. Asociaciones de ostrácodos del intermareal del estuario de Bahía Blanca, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 20(1): 91-100.
- Kihn, R.G., D.E. Martínez, E.A. Gómez & C.M. Borel. 2016. Asociaciones de ostrácodos bentónicos actuales y del Holoceno del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina): interpretaciones paleoambientales. *Revista Brasileira de Paleontología* 19(3): 465-480.
- Kiss, A. 2004. Field and Laboratory observations on the microhabitat and food selection as well as predator avoidance of *Notodromas monacha* (Crustacea, Ostracoda). *Revista Española de Micropaleontología* 36(1): 147-156.
- Köhler, S. & G. Arlt. 1984. The distribution of ostracods in an inlet of the Darss-Zingst Bodden chain. *Limnologica* 15(2): 415-419.
- Kontrovitz, M. 1975. A study of the differential transportation of ostracodes. *Journal of Paleontology* 49(5): 937-941.
- Kontrovitz, M., E.A. Pani & H. Bray. 1998. Experimental crushing of some podocopid ostracode valves; an aspect of taphonomy. *Palaios* 13(5): 500-507.
- Kowalewski, M. 1997. The reciprocal taphonomic model. *Lethaia* 30(1): 86-88.
- Kowalewski, M. 2009. The youngest fossil record and conservation biology: Holocene shells as eco-environmental recorders. En: G.P. Dietl & K.W. Flessa (eds.), *Conservation paleobiology: using the past to manage for the future*, pp. 1-23, The Paleontological Society.
- Kowalewski, M. & R.K. Bambach. 2003. The limits of paleontological resolution. En: P.J. Harries (ed.), *Approaches in High-Resolution Stratigraphic Paleontology*, pp. 1-48, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Kowalewski, M. & M. LaBarbera. 2004. Actualistic taphonomy: Death, decay, and disintegration in contemporary settings. *Palaios* 19(5): 423-427.

- Kowalewski, M & T.A. Rothfus. 2012. Death and disintegration in Bahamas: taphonomic patterns and processes in tropical island settings. *Palaios* 27(3): 123-126.
- Krause, R.A., S.L. Barbour, M. Kowalewski, D.S. Kaufman, C.S. Romanek, M.G. Simões & J.F. Wehmiller. 2010. Quantitative comparisons and models of time-averaging in bivalve and brachiopod shell accumulations. *Paleobiology* 36(3): 428-452.
- Kruskal, W.H. & W.A. Wallis. 1952. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47(260): 583-621.
- Laprida, C. 2006. Ostrácodos recientes de la llanura pampeana, Buenos Aires, Argentina: ecología e implicancias paleolimnológicas. *Ameghiniana* 43(1): 181-204.
- Laprida, C. & S.C. Ballent. 2008. Ostracoda. En: H.H. Camacho (ed.), *Los Invertebrados Fósiles*, pp. 599-624, Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Universidad Maimónides, Buenos Aires.
- Laprida, C., N. Chaporí, R. Violante & R. Compagnucci. 2007. Mid-Holocene evolution and palaeoenvironments of the shoreface-offshore transition, north-eastern Argentina: New evidence based on benthic microfauna. *Marine Geology* 240(1-4): 43-56.
- Latreille, P.A. 1802. Histoire naturelle, générale et particulière des Crustacés et des Insectes. *Histoires des Cypris et des Cytherées* 8(4): 232-254.
- Lazo, D.G. 2004. Bivalve taphonomy: testing the effect of life habits on the shell condition of the littleneck clam *Protothaca (Protothaca) staminea* (Mollusca: Bivalvia). *Palaios* 19(5): 451-459.
- Leal, J.H. 2008. A remarkable new genus of carnivorous, sessile bivalves (Mollusca: Anomalodesmata: Poromyidae) with descriptions of two new species. *Zootaxa* 1764: 1-18.
- Lightfoot, J. 1786. *A Catalogue of the Portland Museum, lately the property of the Dutchess Dowager of Portland, deceased; which will be sold by auction by Mr. Skinner & Co.*, London, 202 pp.
- Linnaeus, C.N. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata (10th revised edition), vol. 1, 824 pp.
- Lockwood, R. & L.A. Work. 2006. Quantifying taphonomic bias in molluscan death assemblages from the upper Chesapeake Bay: patterns of shell damage. *Palaios* 21(5): 442-450.
- Lucas, A.J., R.A. Guerrero, H.W. Mianzán, E.M. Acha & CA. Lasta. 1999. On the Coastal Oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf. Coloquio Argentino de Oceanografía. LOICZ 4th Open Science Meeting. XI Coloquio Argentino de Oceanografía (Bahía Blanca, Argentina).
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, New South Wales, 179 pp.

- Marcovecchio, J.E., R.H. Freije, S.G. De Marco, M.A. Gavio, L.D. Ferrer, S. Andrade, M.O. Beltrame & R.O. Asteasuain. 2006. Seasonality of hydrographic variables in a coastal lagoon: Mar Chiquita, Argentina. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16(4): 335-347.
- Márquez, M., L. Ferrero & G.C. Cusminsky. 2016. Holocene palaeoenvironmental evolution of the Pampa coastal plain (Argentina) based on calcareous microfossils. *Revista Brasileira de Paleontologia* 19(1): 25-40.
- Márquez, M., L. Ferrero & G.C. Cusminsky. 2022. Intertidal Foraminifera from the Mar Chiquita Coastal Lagoon, Buenos Aires Province, Argentina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 276: 108000.
- Martens, K. & S. Savatnalinton. 2011. A subjective checklist of the Recent, free-living, non-marine Ostracoda (Crustacea). *Zootaxa* 2855(1): 1-79.
- Martin, R.E. 1999. *Taphonomy: A Process Approach*. Cambridge University Press, 508 pp.
- Martínez, D.E. 2005. Asociaciones de ostrácodos modernos del estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 42(4): 669-684.
- Martínez, L.E., M.C. Bazterrica & F.J. Hidalgo. 2020. Influence of complexity and habitat heterogeneity on macrofaunal assemblages provided by an invasive ecosystem engineer in Mar Chiquita coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 246: 107038.
- Mazzini, I., S. Ceschin, S. Abati, E. Gliozzi, F. Piccari & A. Rossi. 2014. Ostracod communities associated to aquatic macrophytes in an urban park in Rome, Italy. *International Review of Hydrobiology* 99(6): 425-434.
- Meisch, C. 2000. *Freshwater Ostracoda of western and central Europe*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 522 pp.
- Mesquita Joanes, F., A.J. Smith & F.A. Viehberg. 2012. The ecology of Ostracoda across levels of biological organisation from individual to ecosystem: a review of recent developments and future potential. En: *Ostracoda as proxies for Quaternary climate change*, pp. 15-35, Elsevier B.V.
- Michelson, A.V. & L.E. Park. 2013. Taphonomic dynamics of lacustrine ostracodes on San Salvador, Bahamas: High fidelity and evidence of anthropogenic modification. *Palaios* 28(2): 129-135.
- Michelson, A.V., S.M. Kidwell, L.E. Park Boush & J.L. Ash. 2018. Testing for human impacts in the mismatch of living and dead ostracode assemblages at nested spatial scales in subtropical lakes from the Bahamian archipelago. *Paleobiology* 44(4): 758-782.

- Moguilevsky, A. & R.C. Whatley. 1995. Crustacea Ostracoda. En: E.C. Lopretto & G. Tell (eds.), *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*, Tomo 3, pp. 975-976, Ediciones Sur.
- Mormul, R.P., S.M. Thomaz, J. Higuti & K. Martens. 2010. Ostracod (Crustacea) colonization of a native and a non-native macrophyte species of Hydrocharitaceae in the Upper Paraná floodplain (Brazil): an experimental evaluation. *Hydrobiologia* 644(1): 185-193.
- Nielsen, J.K., S. Helama & J.K. Nielsen. 2008. Taphonomy of freshwater molluscs in carbonate-poor deposits: a case study of the river pearl mussel in northeastern Finnish Lapland. *Norwegian Journal of Geology* 88(2): 103-116.
- Olszewski, T.D. 2004. Modeling the influence of taphonomic destruction, reworking, and burial on time-averaging in fossil accumulations. *Palaios* 19(1): 39-50.
- Palacios Fest, M.R., A.S. Cohen & P. Anadón. 1994. Use of Ostracodes as Paleoenvironments tools in the interpretation of ancient lacustrine records. *Revista Española de Micropaleontología* 9(2): 145-164.
- Park, L.E. & R.D. Ricketts. 2003. Evolutionary history of the Ostracoda and the origin of nonmarine faunas. *The Paleontological Society Papers* 9: 11-36.
- Parsons Hubbard K.M., C.E. Brett & S.E. Walker. 2011. Taphonomic field experiments and the role of the shelf and slope experimental taphonomy initiative. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 312 (3-4):195-208.
- Petro, S.M., M.d.N Ritter, M.A.G. Pivel & J.C. Coimbra. 2018. Surviving in the water column: defining the taphonomically active zone in pelagic systems. *Palaios* 33(3): 85-93.
- Piazza Meireles, R., D. Keyser, P.A. Borges, L. Silva, A.M. De Frias Martins & S.P. Ávila. 2014. The shallow marine ostracod communities of the Azores (Mid-North Atlantic): taphonomy and palaeoecology. *Geologica Acta* 12(1): 53-70.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 31(8): 583-590.
- Powell, E.N., G.M. Staff, W.R. Callender, K.A. Ashton Alcox, C.E. Brett, K.M. Parsons Hubbard, S.E. Walker & A. Raymond. 2011. Taphonomic degradation of molluscan remains during thirteen years on the continental shelf and slope of the northwestern Gulf of Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 312(3-4): 209-232.
- Prohaska, F. 1976. The climate of Argentina, Paraguay y Uruguay. En: W. Schwedtfeger (ed.), *Climates of central and south America. World Survey of Climatology, Vol. 12*, pp. 13-112, Elsevier, New York.

- Radziejewska, T. & I. Drzycimski. 1988. Meiobenthic communities of the Szczecin Lagoon. *Kieler Meeresforschungen- Sonderheft* 6: 162-172.
- Ramírez, F.C. 1967. Ostrácodos de lagunas de la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata n. s. Sección Zoología* 10(73): 5-54.
- Ramón Mercáu, M.J., M.S. Plastani & C. Laprida. 2014. A review of the genus *Limnocythere* (Podocopida: Limnocytheridae) in the Pampean region (Argentina), with the description of a new species *Limnocythere cusminskyae* sp. nov. *Zootaxa* 3821(1): 26-36.
- Ramos, N.A., A.P. Carignano, G.C. Cusminsky & E.E. Fucks. 2019. Calcareous Microfossils (Ostracoda and Foraminifera) from the Holocene (MIS 1) at the Salado Basin (Arroyo San Miguel Site, Pila, Buenos Aires Province, Argentina). En: G.C. Cusminsky, E. Bernasconi & G.A. Concheyro (eds.), *Advances in South American Micropaleontology*, pp. 159-174, Springer Nature, Switzerland.
- Reta, R., P. Martos, G.M. Perillo, M.C. Piccolo & A. Ferrante. 2001. Características hidrográficas del estuario de la laguna Mar Chiquita. En: O.O. Iribarne (ed.), *Reserva de Biosfera Mar Chiquita, características físicas, biológicas y ecológicas*, pp. 31-52, Editorial Martín.
- Ritter, M.d.N. & F. Erthal, F. 2013. Fidelity bias in mollusk assemblages from coastal lagoons of southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 16(2): 225-236.
- Ritter, M.d.N. & F. Erthal. 2016. Time-averaging e suas implicações para o registro fóssil marinho. *Terrae Didactica* 12(2): 81-103.
- Rodríguez Lázaro, J. & F. Ruiz Muñoz. 2012. A general introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record and applications. En: D.J. Horne, J.A. Holmes, J. Rodríguez Lázaro & F.A. Viehberg (eds.), *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*, pp. 1-14, Elsevier.
- Ruiz, F., M.L. González Regalado & J.M. Muñoz. 1997. Multivariate analysis applied to total and living fauna: seasonal ecology of recent benthic Ostracoda off the North Cádiz Gulf coast (southwestern Spain). *Marine Micropaleontology* 31: 183-203.
- Ruiz, F., M.L. González Regalado, J.I. Baceta & J.M. Muñoz. 2000. Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from low- and high-polluted southwestern Spanish estuaries: a multivariate approach. *Marine Micropaleontology* 40(4): 345-376.
- Sal Moyano, M.P., M. Ceraulo, F.J. Hidalgo, T.A. Luppi, J. Núñez, C.A. Radford., S. Mazzola, M.A. Gavio & G. Buscaino. 2021. Effect of biological and anthropogenic sound on the orientation behavior of four species of brachyuran crabs. *Marine Ecology Progress Series* 669: 107-120.

- Salel, T., H. Bruneton & D. Lefèvre. 2016. Ostracods and environmental variability in lagoons and deltas along the north-western Mediterranean coast (Gulf of Lions, France and Ebro delta, Spain). *Revue de Micropaléontologie* 59(4): 425-444.
- Sandberg, P.A. 1964. *The ostracod genus Cyprideis in the Americas*. Acta Universitatis Stockholmiensis, Stockholm Contributions in Geology, 144-152 pp.
- Sanguinetti, Y.T. 1979. Miocene ostracodes of the Pelotas Basin, State of Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências* 12(12): 119-187.
- Sanguinetti, Y.T, L.P de Ornellas & J.C. Coimbra. 1991. Post Miocene ostracodes from Pelotas Basin, Southern Brazil. Taxonomy. Part I. *Pesquisas em Geociências* 18(2): 138-155.
- Sars, G.O. 1866. Oversigt af Norges marine Ostracoder. *Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania* 1865(1): 1-130.
- Savigny, C., J.P. Isacch & M. Favero. 2007. Reserva de Biosfera Albufera de Mar Chiquita. 2007. En: A.S. Di Giacomo, M.V. De Francesco & E.G. Coconier (eds.), *Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*, pp. 49-50, Temas de Naturaleza y Conservación 5. CD-ROM. Edición Revisada y Corregida. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Schnack, E.J., J.L. Fasano & F.I. Isla. 1982. The evolution of Mar Chiquita lagoon coast, Buenos Aires Province, Argentina. En: *Holocene sea level fluctuations, magnitude and causes*, pp. 143-155, I.G.P.C., 61^o Annual Meeting, South Carolina, USA.
- Schönfeld, J., E. Alve, E. Geslin, F. Jorissen, S. Korsun, S. Spezzaferri, S. Abramovich, A. Almogim Labin, E.A. du Chatelet, C. Barras, L. Bergamin, E. Bicchi, V. Bouchet, A. Cearreta, L. Di Bella, N. Dijkstra, S.T. Disaro, L. Ferraro, F. Frontalini, G. Gennari, E. Golikova, K. Haynert, S. Hess, K. Husum, V. Martins, M. McGann, S. Oron, E. Romano, S.M. Sousa & A. Tsujimoto. 2012. The FOMIBO (FORaminiferal Blo-MONitoring) initiative-Towards a standardized protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Marine Micropaleontology* 94: 1-13.
- Scott, D.B., E.J. Schnack, L. Ferrero, M.A. Espinosa, C.F. Barbosa. 1990. Recent Marsh Foraminifera from the East Coast of South America: Comparison to the Northern Hemisphere. En: C. Hemleben, M.A. Kaminski, W. Kuhnt & D.B. Scott (eds.), *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*, pp. 717-737, Kluwer Academic Publishers.
- Silva dos Santos, K. & M.I.F. Ramos. 2022. Ostracods of the Neogene from Solimões Formation: Taphonomic analysis and paleoenvironmental reconstitution. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4107143>

- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Skogsberg, T. 1928. Studies on marine ostracods – Part II. External morphology of the genus *Cythereis* with descriptions of twenty-one new species. *Occasional papers of the California Academy of Sciences* 15: 1-155.
- Smith, A.J. 1993. Lacustrine ostracod diversity and hydrochemistry in lakes of northern Midwest of the United States. En: K.G. McKenzie & P.J. Jones (eds.), *Ostracoda in the Earth and Life Sciences*, pp. 493-500, Balkema Publishers, Rotterdam.
- Spivak, E.D. & T.A. Luppi. 2005. Southern range extension of two western Atlantic intertidal mud crabs: *Panopeus meridionalis* Williams, 1984 and *Eurypanopeus depressus* Smith, 1869 (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) in Argentinian waters. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 118(3): 551-557.
- Steindachner, F. 1874. Beschreibung einer neuen Art und Gattung aus der Familie der Pleuronectiden und einer neuen Thymallus-Art. *Anzeiger der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe* 11(21): 171-172.
- Stimpson, W. 1865. Researches upon the Hydrobiinae and allied forms: chiefly made upon materials in the Museum of the Smithsonian Institution. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 7(4): 3-59.
- Stutz, S.M. 2001. Vegetación del área de la Laguna Mar Chiquita. En: O.O. Iribarne (ed.), *Reserva de Biosfera Mar Chiquita, características físicas, biológicas y ecológicas*, pp. 75-78, Editorial Martín.
- Stutz, S.M., A.R. Prieto & F.I. Isla. 2006. Holocene evolution of the Mar Chiquita coastal lagoon area (Argentina) indicated by pollen analysis. *Journal of Quaternary Science* 21(1): 17-28.
- Trochine, C., E.G. Balseiro & B.E. Modenutti. 2008. Zooplankton of fishless ponds of Northern Patagonia: Insights into predation effects of *Mesostoma ehrenbergii*. *International Review of Hydrobiology* 93(3): 312-327.
- Violante, R.A. & G. Parker. 1993. Estratigrafía y rasgos evolutivos del Pleistoceno Medio a Superior-Holoceno en la llanura costera de la región de Faro Querandí (Provincia de Buenos Aires). *Revista Asociación Geológica Argentina* 47(2): 215-227.
- Walker, K.R. & R.K. Bambach. 1971. The significance of fossil assemblages from fine-grained sediments: time-averaged communities. *Geological Society of America, Abstract with Programs* 3: 783-784.
- Walker, S.E. & S.T. Goldstein. 1999. Taphonomic tiering: experimental field taphonomy of molluscs and foraminifera above and below the sediment-water interface. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149(1-4): 227-24.

- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology* 30(5): 377-392.
- Whatley, R.C. & T.C. Cholich. 1974. A New quaternary ostracod genus from Argentina. *Paleontology* 17(3): 669-684.
- Whatley, R.C. & A. Moguevsky. 1973. Nota preliminar acerca de la presencia de diatomeas sobre el caparazón de *Callistocythere asperereticulata* Whatley y Moguevsky (Crustacea, Ostracoda). *Physis A* 32(85): 489-499.
- Whatley, R.C. & A. Moguevsky. 1975. The family Leptocytheridae in argentine waters. *Biology and Paleobiology of Ostracoda* 65(282): 514-517.
- Whatley, R.C., J.M. Chadwick, D.J. Coxill & N. Toy. 1987. New genera of podocopid Ostracoda from the Antarctic, Subantarctic and S.W. Atlantic. *Journal of Micropalaeontology* 6(2): 1-12.
- Whatley, R.C., J.M. Chadwick, D.J. Coxill & N. Toy. 1988. The ostracod family Cytheruridae from the Antarctic and south-west Atlantic. *Revista Española de Micropaleontología* 20(2): 171-203.
- Whatley, R.C., A. Moguevsky, J.M. Chadwick, N. Toy & M.I.F. Ramos. 1998. Ostracoda from the south-west Atlantic. Part III. The Argentinian, Uruguayan and Southern Brazilian Continental Shelf. *Revista Española de Micropaleontología* 30(2): 89-116.
- Whatley, R.C., A. Moguevsky, N. Toy, J.M. Chadwick & M.I.F. Ramos. 1997. Ostracoda from the south-west Atlantic. Part II. The littoral fauna from between Tierra del Fuego and Río de La Plata. *Revista Española de Micropaleontología* 29(2): 5-83.
- Williams, A.B. 1983. The mud crab, *Panopeus herbstii*, s.l. partition into six species (Decapoda: Xanthidae). *Fishery Bulletin* 81(4): 863-882.
- Yassini, I. & B.G. Jones. 1995. *Foraminiferida and Ostracoda from estuarine and shelf environments on the South-eastern coast of Australia*. The University of Wollongong Press, Australia, 484 pp.
- Zabert, L.L. 1978. Micropaleontología de la Formación Paraná (Mioceno Superior) en el subsuelo de la provincia de Santa Fe, República Argentina. *Facena* 2: 101-165.
- Zacarías, I.A., M.D. Monferran, S. Martínez, O.F. Gallego, N.G. Cabaleri, C. Armella & D.S. Nieto. 2019. Taphonomic analysis of an autochthonous fossil concentration in Jurassic lacustrine deposits of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 514: 265-281.