



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE INGENIERA EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE LAS ASOCIACIONES DE OSTRÁCODOS (ARTHROPODA,
CRUSTACEA) EN LAGUNAS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA Y SU UTILIDAD
COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN.

Florencia Crespo

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2017

Prefacio

Esta tesina es presentada como parte de los requisitos para optar el grado académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta universidad ni en otra institución académica. Se llevó a cabo en la ciudad de Santa Rosa, durante el período comprendido entre el 13 de noviembre de 2015 y el 8 de Noviembre de 2017, bajo la dirección de la Dra. Romina Gisela Kihn y la codirección del Dr. José Luis María Pall.

8 DE NOVIEMBRE DE 2017

Autor: CRESPO, Florencia

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

AGRADECIMIENTOS

A mi directora Dra. Romina Gisela Kihn por sus conocimientos y apoyo continuo, por brindarme su espacio y elementos necesarios para poder realizar este trabajo. A mi codirector Dr. José Luis Pall por la revisión y sugerencias del manuscrito. Al Dr. Santiago Echaniz y Dra. Alicia Vignatti por el aporte de conocimientos y predisposición; por sus sugerencias y observaciones que contribuyeron a mejorar este trabajo. A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam por la financiación otorgada. Al INCITAP por cederme el espacio y la utilización de la lupa.

Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional durante toda esta etapa. A mis amigas por contenerme y acompañarme siempre. A todos los que colaboraron de diferentes formas.

RESUMEN

Los estudios sobre la ostracofauna en lagos someros son muy escasos en la provincia de La Pampa, por lo que el objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de las especies presentes en ambientes lénticos, estudiar la distribución, abundancia y asociaciones específicas de los ostrácodos, y establecer relaciones con las variables físico-químicas de los cuerpos de agua estudiados. A partir de las muestras de sedimento obtenidas en cinco lagunas, se realizaron estudios cuali y cuantitativos, y se analizaron con las variables físico-químicas obtenidas. Se registró un total de 9 especies pertenecientes a la superfamilia Cypridoidea, representada por 3 familias y 7 géneros: *Heterocypris similis*, *Heterocypris incongruens*, *Heterocypris salina*, *Cypridopsis vidua*, *Limnocythere cusminskyae*, *Iliocypris ramirezi*, *Candona* sp., *Chlamydotheca incisa* y *Potamocypris unicaudata*; siendo *H. salina* el primer registro para la provincia de La Pampa. Las lagunas Laguna grande (LG), Laguna Don Tomás (LDT) y Laguna ojo de agua (OA) fueron las que presentaron las mayores densidades (3368 y 2240 individuos cada 100 gramos de sedimento) y la riqueza específica fue mayor en OA y laguna monte de caldén (LMC) (6 y 5 especies respectivamente); el índice de Shannon-Wiener varió entre 0,57 y 1,51. Teniendo en cuenta la utilidad de los ostrácodos como bioindicadores de eutrofización de lagos someros, en este trabajo se comprobó que *Heterocypris similis* podría ser un potencial indicador de hipereutrofización y *Chlamydotheca incisa* sería de utilidad como indicador de bajos niveles de acción antrópica.

ABSTRACT

Studies about ostracods in shallow lakes are very scarce in the province of La Pampa, so the objective of this work was to contribute to the knowledge of the species present in lentic environments, to study the distribution, abundance and specific associations of ostracods, and establish relationships with the physical-chemical variables of the studied water bodies. From sediment samples obtained in five lakes, qualitative and quantitative studies were carried out and related with the physical-chemical variables obtained. A total of 9 species belonging to the superfamily Cypridoidea were recorded, represented by 3 families and 7 genera: *Heterocypris similis*, *Heterocypris incongruens*, *Heterocypris salina*, *Cypridopsis vidua*, *Limnocythere cusminskyae*, *Iliocypris ramirezi*, *Candona* sp., *Chlamydotheca incisa* and *Potamocypris unicaudata*; being *H. salina* the first record for the province of La Pampa. The lakes Laguna Grande (LG), Laguna Don Tomás (LDT) and Laguna ojo de agua (OA) were those that presented the highest densities (3368 and 2240 individuals per 100 grams of sediment) and the specific richness was greater in OA and lake monte de caldén (LMC) (6 and 5 species respectively) and the Shannon-Wiener index varied between 0.57 and 1.51. Taking into account the usefulness of the ostracods as bioindicators of eutrophication of shallow lakes, in this study it was proved that *Heterocypris similis* could be a potential indicator of hypereutrophication and *Chlamydotheca incisa* would be useful as an indicator of low levels of anthropic action.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema científico	2
1.2 Objetivos	2
1.3 Hipótesis	2
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Antecedentes de estudios en lagos de Argentina	3
2.2 Antecedentes de estudios de lagos someros de La Pampa	3
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS OSTRÁCODOS	4
3.1 Morfología general	4
3.2 Caracteres morfológicos utilizados para la identificación	4
3.3 Tipos de charnela	6
3.4 Reproducción	6
3.5 Variabilidad ontogenética	7
3.6 Ecología	7
4. CONCEPTO DE BIOINDICADOR	8
4.1 Ventaja de la utilización de bioindicadores	8
4.2 Limitaciones de la utilización de bioindicadores	8
5. CONOCIMIENTOS PREVIOS SOBRE LOS OSTRÁCODOS Y LA ACCIÓN ANTRÓPICA	8
5.1 Eutrofización	9
5.2 Modelo de Pearson y Rosenberg (1978)	9
6. MATERIALES Y MÉTODOS	10
6.1 ÁREA DE ESTUDIO	10
6.2 Características de los cuerpos de agua estudiados	11
6.3 Trabajo de campo y laboratorio	13
6.4 Procesamiento de muestras	14
6.5 Análisis cualitativos	14
6.6 Análisis cuantitativos	14
6.6.1 Densidad	14
6.6.2 Frecuencia relativa	14
6.6.3 Riqueza específica	14
6.6.4 Índice de Shannon-Wiener	15
7. RESULTADOS	15
7.1 Sistemática	16
7.2 Análisis cuantitativo	21
8. DISCUSIÓN	26

9. CONCLUSIÓN.....	28
10. BIBLIOGRAFÍA.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS Y LÁMINAS

Figura 1. Morfología general.....	4
Figura 2. Esquema de la vista interna de la valva.....	5
Figura 3. Esquema de las impresiones musculares.....	5
Figura 4. Distintos tipos de charnelas.....	6
Figura 5. Estadios ontogenéticos de una especie.....	7
Figura 6. Gráfico del modelo de Pearson y Rosenberg.....	10
Figura 7. Ubicación de las lagunas muestreadas.....	11
Figura 8. Índice de Shannon-Wiener.....	25
Lámina I. Vista general de los cuerpos de agua estudiados.....	13
Lamina II. Fotografías de las especies.....	19
Lámina III. Esquemas de las especies.....	20
Lámina IV. Esquemas de las especies.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de pH, salinidad, temperatura del agua (°C) y transparencia (medida con Disco de Secchi) de los distintos sitios estudiados.....	15
Tabla 2. Especies y número de ejemplares registrados en laguna ojo de agua.....	22
Tabla 3. Especies y número de ejemplares en la laguna monte de caldén.....	23
Tabla 4. Especies y número de ejemplares en laguna General Campos.....	23
Tabla 5. Especies y número de ejemplares en la laguna grande.....	24
Tabla 6. Especies y número de ejemplares en laguna Don Tomás.....	24
Tabla 7. Distribución y densidad de individuos en los sitios estudiados.....	25
Tabla 8. Frecuencia relativa en los distintos sitios estudiados.....	26

1. INTRODUCCIÓN

Los ostrácodos son microcrustáceos bivalvos con caparazón quitino-calcáreo que habitan en una gran variedad de ambientes acuáticos marinos y continentales. A pesar de ser diversos, son organismos altamente sensibles a los cambios que se producen en el medio en donde viven, por lo que resultan de gran utilidad como bioindicadores de condiciones del ambiente, permitiendo una mejor interpretación de las características del mismo (Laprida & Valero-Garcés, 2009). Además, debido a la excelente preservación de sus valvas en los sedimentos, son utilizados en reconstrucciones paleoecológicas y en la evaluación de depósitos de petróleo (Liberto, 2010).

La presencia, distribución, diversidad y abundancia de los ostrácodos continentales están determinadas por factores físicos y químicos; siendo los más relevantes la temperatura, conductividad y composición química del agua, por lo que nos brindan información sobre las condiciones del medio (Chávez Lara, 2011). La habilidad de estos organismos de responder rápidamente a las perturbaciones ambientales es atribuida a la sensibilidad ante los cambios ambientales que presentan ciertas especies y a su ciclo de vida relativamente corto (Ostera, 2006).

Los cuerpos de agua de la provincia de La Pampa se caracterizan por ser someros, generalmente con una elevada concentración de nutrientes (Echaniz & Vignatti, 2013), siendo ambientes propicios para la existencia de microcrustáceos. Entre ellos, los ostrácodos resultan de gran interés, debido a que los cambios en la estructura de sus comunidades pueden reflejar variaciones en la calidad de los cuerpos de agua que podrían no ser observados a partir de análisis físico-químicos tradicionales (Ostera, 2006). Sin embargo, la distribución y ecología de los ostrácodos de La Pampa no es conocida, ya que, hasta el momento, los estudios realizados sobre estos microcrustáceos en cuerpos de agua someros del país son escasos, pudiendo mencionar sólo los trabajos de Laprida (2006), Laprida & Valero- Garcés (2009) y Kihn *et al.*, 2013. Por ello, resulta importante el desarrollo de estudios que puedan aportar al conocimiento de la ostracofauna presente en distintas lagunas de la provincia de La Pampa.

1.1 Problema científico

En la provincia de La Pampa, la actividad ganadera y agrícola ha aumentado drásticamente en los últimos años. El desarrollo de estas actividades provoca cambios en la fisonomía de la cobertura vegetal y aumenta significativamente el aporte de nutrientes (P y N) a las lagunas presentes en los campos, ya sea por escurrimiento de los fertilizantes utilizados para la actividad agrícola como por acumulación de materia fecal del ganado que vive en la cuenca y, en ocasiones, consume el agua de estas lagunas (Echaniz & Vignatti, 2013). Por otro lado, los cuerpos de aguas cercanos a zonas urbanas reciben el aporte de grandes cantidades de agua fluvial proveniente de la ciudad y en algunos casos descargas de aguas residuales, lo cual no solo aumenta la concentración de P y N, sino también diversos detergentes y químicos (Echaniz *et al.*, 2012). Estos cambios producidos por la actividad humana podrían ser detectados a través de la caracterización de las asociaciones de ostrácodos presentes.

1.2 Objetivos

- Contribuir al conocimiento de la fauna actual de ostrácodos en Argentina, fundamentalmente los presentes en ambientes lóticos y lénticos de la provincia de La Pampa.
- Establecer una lista de familias, géneros y en lo posible especies de cada uno de los ejemplares de ostrácodos (Arthropoda, Crustácea) presentes en los cuerpos de agua estudiados.
- Estudiar la distribución, la abundancia y las asociaciones específicas de ostrácodos presentes. Establecer relaciones entre las asociaciones de ostrácodos con las variables físico-químicas obtenidas de los distintos cuerpos de agua en estudio.

1.3 Hipótesis

Ho: Las asociaciones de ostrácodos (Arthropoda, Crustácea) presentes en cuerpos de agua de diferentes características serán distintas.

Ho': Las asociaciones de ostrácodos (Arthropoda, Crustácea) presentes en cuerpos de agua de diferentes características serán iguales.

H1: La diversidad de ostrácodos será mayor en las lagunas con menos acción antrópica.

H1': La diversidad de ostrácodos será menor en las lagunas con menos acción antrópica.

2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes de estudios en lagos de Argentina

En nuestro país existen algunos aportes sobre el estudio de las poblaciones de ostrácodos en diferentes regiones, pudiendo citarse los trabajos de Schwalb *et al.*,(2002), quienes estudiaron la diversidad de las asociaciones de ostrácodos y la composición isotópica de sus valvas en lagos patagónicos; César *et al.*, (2003), que analizaron la biodiversidad de ostrácodos y su distribución en la Región Mesopotámica argentina y áreas de influencia; Laprida (2006), que estudiaron los ostrácodos recientes de la llanura pampeana en la provincia de Buenos Aires; Laprida & Valero Garcés (2009) quienes analizaron los cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos; D'ambrosio (2014) estudió las poblaciones de ostrácodos de un cuerpo de agua de la cuenca de la laguna Llancanelo y desembocadura del Río Malargüe en Mendoza y el trabajo publicado por Coviaga *et al.*,(2015) sobre la dinámica poblacional de ostrácodos en lagos someros patagónicos. Además, existen algunos aportes sistemáticos y taxonómicos, tales como los de Fontana & Ballent (2005), Mercau *et al.*, (2014) y Ramos *et al.*, (2015).

2.2 Antecedentes de estudios de lagos someros de La Pampa

Con respecto a los microcrustáceos de La Pampa se pueden citar los trabajos de Echaniz *et al.*, (2005, 2008 y 2016), Echaniz y Vignatti (2017) y Vignatti *et al.*, (2007 y 2012), quienes estudiaron la riqueza, composición y los cambios temporales del zooplankton de lagunas saladas y de lagos someros hipereutróficos de la Región central de Argentina. Entre otros aspectos limnológicos, Álvarez *et al.*, (2009) estudiaron la diversidad fitoplanctónica en los cuencos principal y norte de la laguna Don Tomas y Del Ponti *et al.*,(2014) estudiaron los parámetros ambientales y pesqueros de un lago somero de La Pampa, luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis*.

En cuanto a estudios previos sobre ostrácodos realizados en la provincia de La Pampa, sólo se puede citar el trabajo de Kihn *et al.*, (2013) y dos presentaciones a congresos hechas por Crespo *et al.*, (2016).

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS OSTRÁCODOS

3.1 Morfología general

El cuerpo de los ostrácodos se divide en una porción cefálica y una porción torácica (Figura 1). En la región cefálica se encuentran las anténulas (primer par de antenas), antenas, mandíbula y maxila. Las primeras son unirrámeas y en algunas especies tienen función locomotora (nadar, trepar, excavar), sensorial o sirven como órganos de balance. Las antenas (segundas antenas) son órganos locomotores usados para nadar, caminar o escalar, capturar alimento y son birrámeas. Las mandíbulas se sitúan al costado de la boca y presentan dientes que son usados para masticar. La mayoría presenta un único ojo nauplio simple situado en la zona dorsal (Benson, 1961). El resto de los apéndices (pares de patas y rama caudal o furca) se encuentran en el tórax y varía de 1 a 3 pares, adaptados para la alimentación, locomoción y para crear corrientes de agua. En machos, estos apéndices se utilizan en la cópula (Echeverría, 2006).

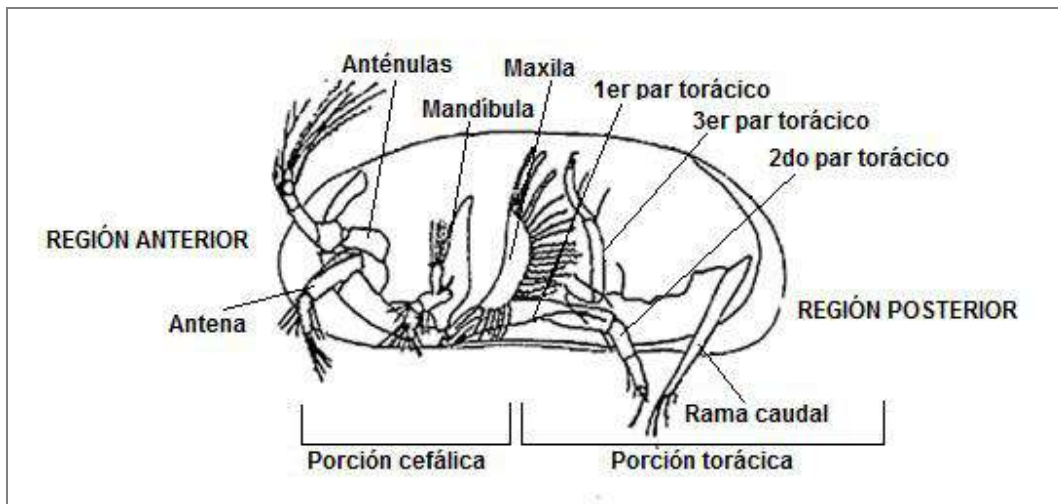


Figura 1. Morfología general de un ostrácodo: segmentación y apéndices. Modificado de (Echeverría, 2006).

3.2 Caracteres morfológicos utilizados para la identificación

Partes duras (exoesqueleto)

Los ostrácodos se caracterizan por presentar un caparazón carbonatado y articulado, formado por dos valvas. El tamaño y la ornamentación del caparazón es muy variable: pueden ser esferoidales, alargados, ovalados, aproximadamente rectangulares, subrectangulares, triangulares o subtriangulares; globosos o comprimidos. La superficie puede ser lisa u ornamentada con poros u orificios de diferentes tamaños, depresiones,

crestas y espinas, nódulos y hendiduras. En vista lateral, el caparazón puede dividirse en cuatro partes: anterior, posterior, dorsal y ventral (Figura 2). El borde dorsal puede ser convexo o recto y el borde ventral convexo, recto o cóncavo y a lo largo del mismo puede observarse la charnela, que es la articulación entre las dos valvas. En los bordes anterior y posterior presentan canales de poros marginales, que son pequeños canalillos rectos o curvados, simples o ramificados. En la superficie interna de las valvas se pueden observar las impresiones musculares (Figura 3), que pueden encontrarse de manera agrupada o aisladas, distribuidas horizontal o verticalmente y que son utilizadas para identificar los individuos a nivel de familia, superfamilia y género (Pérez, 2010). Las valvas casi nunca son simétricas respecto al plano de unión; la valva izquierda suele ser más grande que la derecha y en el margen externo pueden aparecer dientes u ondulaciones. El cuerpo de estos crustáceos está unido dorsalmente al caparazón y se fija a las valvas por medio de músculos aductores.

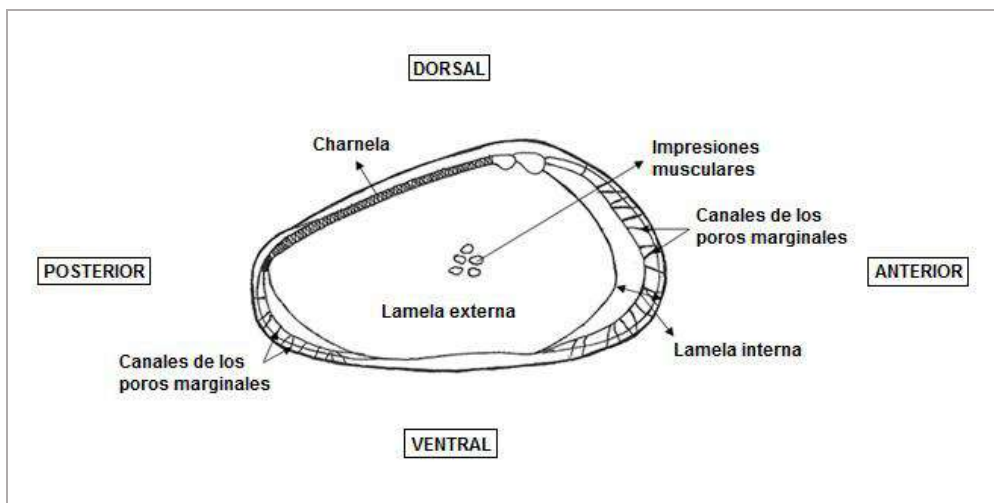


Figura 2. Esquema de la vista interna de la valva (Modificado de Moore & Pitrat, 1961).

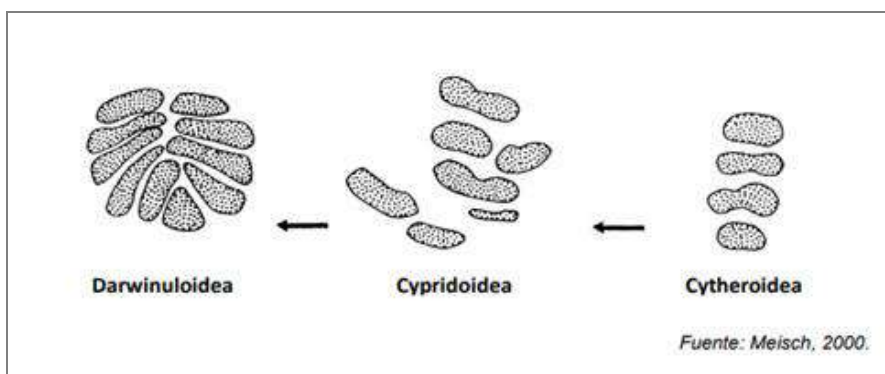


Figura 3. Distribución general de las impresiones musculares de tres superfamilias pertenecientes al orden Podocopida. Tomado de Meisch (2000).

3.3 Tipos de charnela

Las valvas poseen una estructura dorsal denominada charnela, con dientes y fosetas. La misma presenta diferentes formas (Moore & Pitrat, 1961; Horne, 2002) (Figura 4) y tiene importancia taxonómica, habiéndose desarrollado una compleja nomenclatura.

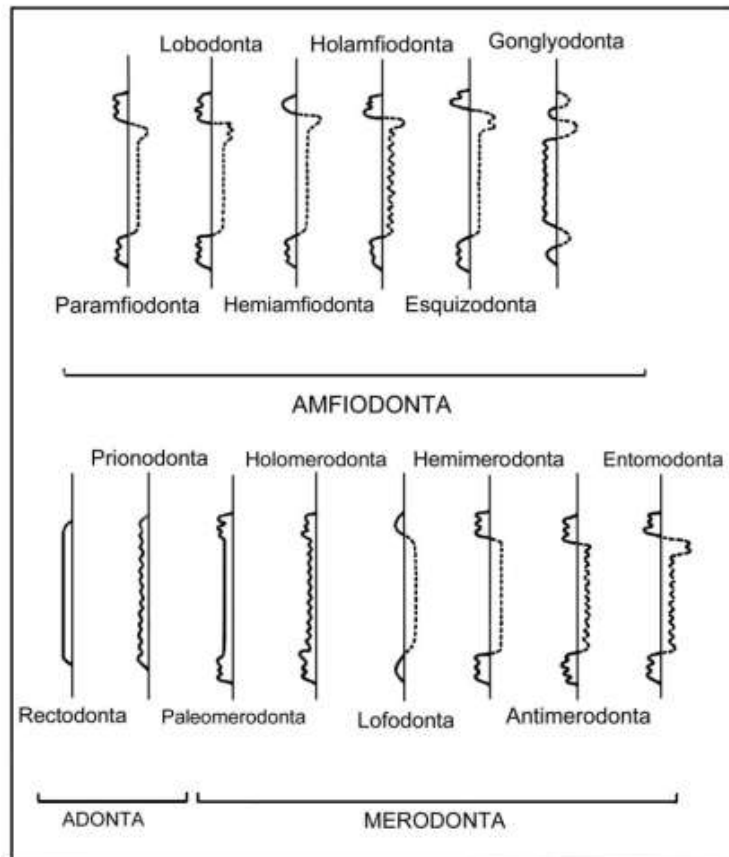


Figura 4. Esquema de los distintos tipos de charnelas (modificado de Moore & Pitrat, 1961).

3.4 Reproducción

El dimorfismo es muy frecuente en estos organismos, las hembras son más grandes y más globosas; en cambio, los machos son más alargados y pequeños. La reproducción puede ser sexual (fecundación de huevos producidos por la hembra) o partenogenética (producción de huevos fértiles sin fecundación por el macho). En los ostrácodos dulceacuícolas, el huevo es esférico y su envoltura tiene una pared doble de quitina, impregnada de carbonato de calcio (Liberto, 2010). La larva que sale del huevo ya está provista de un caparazón y muda unas ocho veces durante su ciclo de vida para llegar a ser ejemplar adulto. Los machos suelen ser entre tres y diez veces menos numerosos que las hembras o pueden estar ausentes, esto está relacionado directamente con la estabilidad ambiental; ante condiciones de elevada inestabilidad hay mayor cantidad de machos y

reproducción sexual para producir las estructuras de resistencia que permanecerán en el sedimento hasta que las condiciones ambientales mejoren (Moore & Pitrat, 1961).

3.5 Variabilidad ontogenética

La valva de los ostrácodos juveniles presentan características diferentes a las de los adultos, no solo en tamaño sino también en forma y ornamentación, siendo dicha variabilidad mayor en algunas especies (Griffiths & Holmes, 2000).

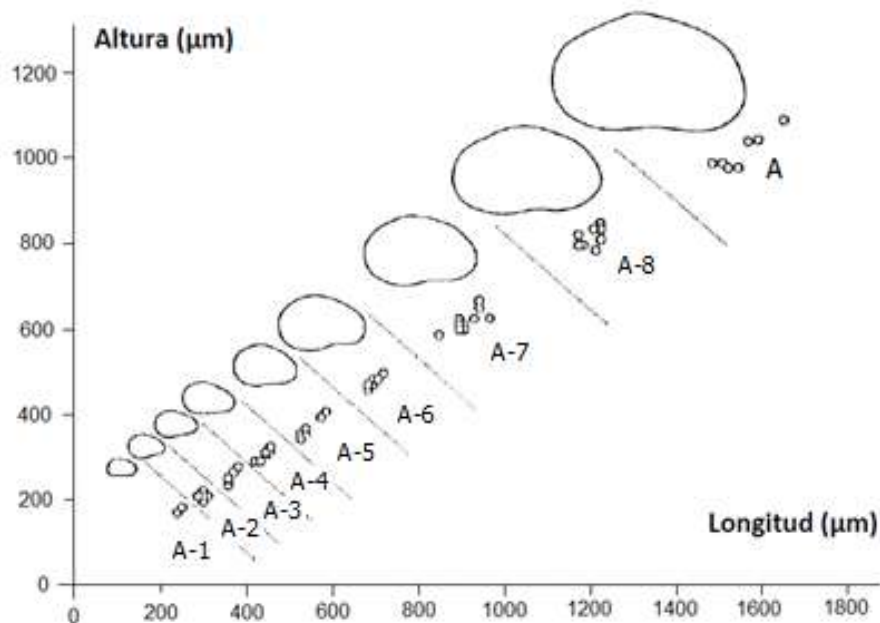


Figura 5. Esquema de las relaciones entre la altura y la longitud del cuerpo de los distintos estadios ontogenéticos de una especie. Cada número representa el tamaño en orden ascendente, siendo A-1 el estadio más juvenil. El estadio A es la última etapa, donde el ostrácodo está totalmente formado y es sexualmente maduro (modificado de Meisch, 2000).

3.6 Ecología

Habitan en todo tipo de ambientes acuáticos: lóticos y lénticos, permanentes y temporales; de agua dulce, salobres, marinos e hipersalinos; como lagos, arroyos, lagunas, estuarios, mareas, pantanos y marismas.

La mayoría son de tamaño pequeño (0,4 a 1,5 mm), aunque algunos de agua dulce miden más de 5 mm (Benson, 1961). La mayoría son bentónicos, viven sobre o dentro del sustrato y prefieren aguas tranquilas ricas en materia orgánica, mientras que otros son pelágicos y tienen habilidades para nadar, aunque también viven en el sustrato inferior o

sobre las plantas (Pérez, 2010). Son herbívoros y/o detritívoros, alimentándose de restos de vegetales y animales.

Los factores más relevantes que determinan su abundancia y distribución son: la salinidad, tipo de sustrato, temperatura, profundidad y disponibilidad de alimento (Echeverría, 2006).

4. CONCEPTO DE BIOINDICADOR

Los indicadores biológicos o bioindicadores son organismos en particular o comunidades de organismos, cuya presencia indica la existencia de ciertas condiciones en el medio donde habita, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones (Vázquez *et al.*, 2006).

En los ecosistemas acuáticos, la disminución del número de estos organismos puede deberse a la pérdida de la calidad del agua, causada por el aumento en la concentración de nutrientes, sustancias tóxicas, plaguicidas, etc. (Pinilla, 1998).

4.1 Ventaja de la utilización de bioindicadores

El empleo de organismos como indicadores es una técnica ecológica que se basa en la medición de la biodiversidad y presencia o ausencia de los mismos. Su utilización no reemplaza al método tradicional de análisis físico-químicos, pero además de reflejar las condiciones reales del sistema, puede ser más económica debido a que se simplifican las actividades de campo y laboratorio, ya que solo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados (Vázquez *et al.*, 2006).

4.2 Limitaciones de la utilización de bioindicadores

Si bien su utilización permite una mejor interpretación de las condiciones del ambiente, se requiere de tiempo para realizar los muestreos, conocimientos y experiencia a la hora de realizar la identificación taxonómica de los organismos (Vázquez *et al.*, 2006).

5. CONOCIMIENTOS PREVIOS SOBRE LOS OSTRÁCODOS Y LA ACCIÓN ANTRÓPICA

Estos organismos, además de estar condicionados por factores físico químicos de los cuerpos de agua, son también influidos por la actividad antropogénica. La deforestación en sitios cercanos a ríos y/o lagunas y la consecuente erosión de los suelos, produce un gran aporte de sedimentos a los mismos, afectando la turbidez, la cohesividad del fondo y reduciendo la riqueza de ostrácodos. Otras actividades, como la construcción de carreteras

y las descargas de efluentes municipales e industriales provocan importantes cambios en la densidad y diversidad. En los cuerpos de agua fuertemente contaminados con cargas orgánicas, cercanos a las concentraciones urbanas o industriales, los ostrácodos suelen ser muy escasos e incluso pueden desaparecer. Por otro lado, si bien algunas especies son resistentes, el uso generalizado y masivo de fertilizantes, pesticidas y herbicidas causa una disminución en la riqueza de ostrácodos (Ruiz *et al.*, 2013).

5.1 Eutrofización

Es un proceso natural o antropogénico provocado por el ingreso de una gran cantidad de nutrientes (principalmente nitrógeno y fosforo) en un ambiente acuático. El aporte de nutrientes proviene del arrastre de materia orgánica por los ríos, de la erosión de suelos o de la actividad humana, restos de plaguicidas y fertilizantes arrastrados por las lluvias, desechos cloacales, detergentes, etc. Esto puede estimular el crecimiento de fitoplancton causando el aumento de la materia orgánica en descomposición, la pérdida de transparencia del agua y producción de malos olores.

5.2 Modelo de Pearson y Rosenberg (1978)

Este modelo explica los cambios que se producen en la abundancia, la biomasa y el número de especies en un ambiente dado, a medida que aumenta el enriquecimiento con materia orgánica. Por tratarse de un modelo cualitativo puede ser utilizado como un marco conceptual para el análisis de los cambios en las comunidades bentónicas (Figura 5). En las primeras etapas de la eutrofización de un cuerpo de agua, a medida que el aporte orgánico aumenta, la cantidad de especies y la biomasa total también aumentan. Esta tendencia continúa hasta alcanzar un máximo relativo a partir del cual, si se incrementa el enriquecimiento orgánico, tanto la biomasa como la riqueza de especies disminuyen. Si el proceso de eutrofización avanza, se intensifican las condiciones reductoras en los sedimentos y se suele observar un pico secundario de biomasa y abundancia de individuos, asociado a especies pequeñas y oportunistas, en general poliquetos (Pearson & Rosenberg 1978). Si el enriquecimiento continua, en el extremo del gradiente toda la fauna desaparece, y el sedimento se vuelve azoico.

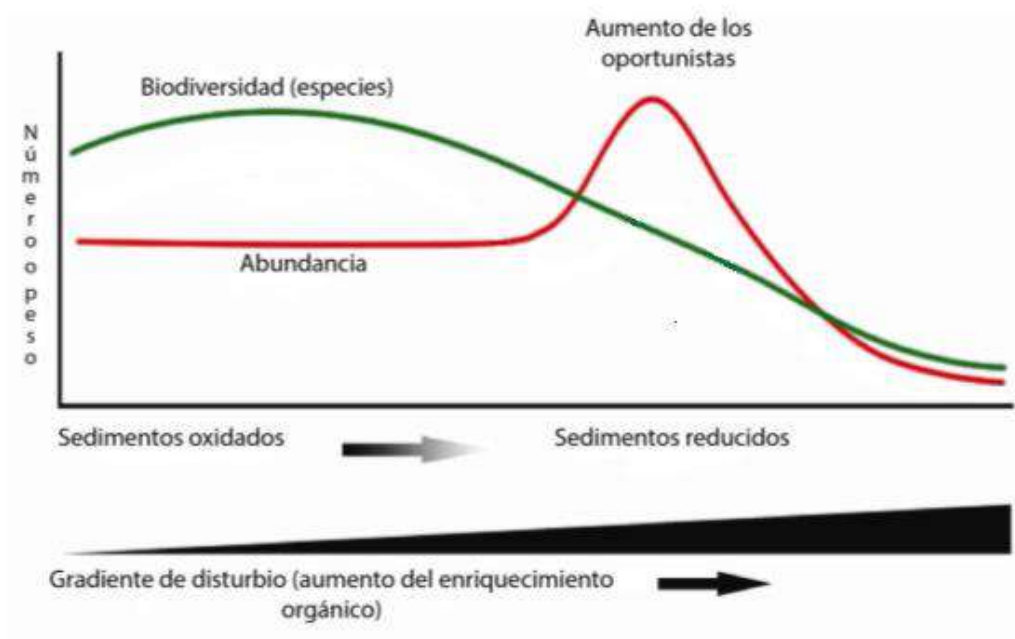


Figura 6. Gráfico del modelo de Pearson y Rosenberg (1978), modificado de Zapperi, (2015).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 ÁREA DE ESTUDIO

La provincia de La Pampa está ubicada en la región central de Argentina y se caracteriza por poseer un clima templado (con una temperatura media anual entre 14°C y 16°C) con una notable amplitud térmica. Si bien la variabilidad anual y mensual de las precipitaciones es muy grande, las máximas ocurren en el semestre estival (de octubre a marzo) y las mínimas en los meses de invierno (Martínez, 2015). La velocidad promedio anual del viento oscila entre 10 y 15 km/h, siendo la primavera la estación en que sopla con mayor intensidad (Cano, 1980).

Las lagunas pampeanas se caracterizan por ser lagos pocos profundos, sin estratificación térmica, con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables. Naturalmente son eutróficos, ya que se sitúan en fértiles drenajes y reciben el aporte de grandes cargas de nutrientes, aunque en los últimos años, la acción humana ha incrementado dichas cargas. Son alimentadas principalmente por el agua de lluvia y, en menor medida por el aporte de la napa freática (Quirós, 2002).

En el presente trabajo se analizaron cinco lagunas ubicadas en franja este de la provincia de La Pampa, correspondiente a la región subhúmeda-seca, delimitada por la

isohieta de 600 mm y el límite oeste de la provincia de Buenos Aires. (Figura 6). La región se caracteriza por la presencia de cultivos, pastizales bajos y psammófilos y en algunos sectores predomina el bosque abierto caducifolio (Cano, 1988). En esta región, gran parte de la vegetación natural fue reemplazada por sistemas agrícola-ganaderos, destacándose el sistema de producción mixto, sobre pasturas perennes y forrajeras anuales, de modo que cerca del 90% de la superficie está ocupada por cultivos, mientras que el 10% está integrado por comunidades de pastos naturales o arbustos (Ecología para todos, 1998).

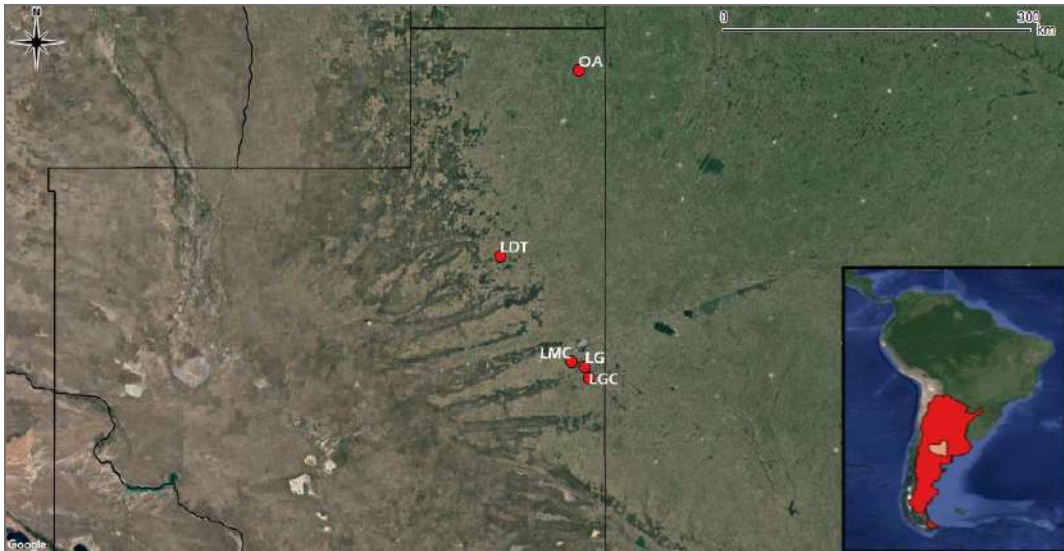


Figura 7. Ubicación de las lagunas muestreadas en la provincia de La Pampa. Laguna ojo de agua (OA); Laguna Don Tomás (LDT); Laguna monte de caldén (LMC); Laguna grande (LG) y Laguna General Campos (LGC). Mapa realizado en QGIS 2.18.12.

6.2 Características de los cuerpos de agua estudiados

Laguna monte de caldén (LMC) (Lámina I, D): ($37^{\circ}22'S-63^{\circ}41'O$) se caracteriza por ser un cuerpo de agua de poca extensión con una profundidad máxima de 0,5 m aproximadamente y aguas muy turbias, con gran cantidad de materia orgánica en suspensión producto de la descomposición de restos de la vegetación circundante. Está rodeada por vegetación terrestre con predominio de *Stipa brachychaeta* Barkworth. En las proximidades del cuerpo de agua se encuentra un monte de caldén *Prosopis caldenia* Burkart.

Laguna Gral. Campos (LGC) (Lámina I, B): ($37^{\circ}29'S-63^{\circ}32'O$) tiene una profundidad máxima de 3 metros aproximadamente; fondo mayoritariamente formado por tosca y aguas poco turbias con vegetación en la costa.

Ojo de Agua (LOA) (Lámina I, C): (35°17'57" S-63° 37'35" O) se caracteriza por presentar una profundidad máxima promedio de 1,8 metros, recibe aporte de aguas subterráneas y de precipitación. Con abundante desarrollo de vegetación acuática del género *Lemna* y períodos de marcada floración algal. Gran cantidad de juncáceas que rodean el perímetro de la laguna y forman una zona cerrada en la parte central.

Laguna grande (LG) (Lámina I, A): (37°24'S- 63°34'O) cuerpo de agua de gran extensión con una profundidad máxima de 2 metros aproximadamente. Presenta mucha cantidad de algas y vegetación sumergida. Aguas poco turbias.

Laguna Don Tomás (LDT) (Lámina I, E y F): (36 ° 18 '18.31" S- 64 ° 18' 49.02" O) es un cuerpo de agua hipereutrófico superficial. Tiene una profundidad media de 2,3 m, que varía según la estación de lluvias y cubre un área de 135,2 ha. La longitud máxima y el ancho son 1565 y 1181 m, respectivamente. La laguna se caracteriza por sus baja salinidad y transparencia (Echaniz *et al.*, 2008).

Sin bien todos los cuerpos de agua muestreados son de carácter permanente, sufren retracciones y expansiones en su superficie debido a períodos de sequía y períodos lluviosos. El aporte de agua es exclusivamente de lluvias y freático; no presentan arroyos ni ningún otro tipo de curso lótico que actúe como afluente. Son cuerpos de agua someros sin estratificación térmica y, debido a su escasa profundidad sufren mezclas constantes por acción del viento.

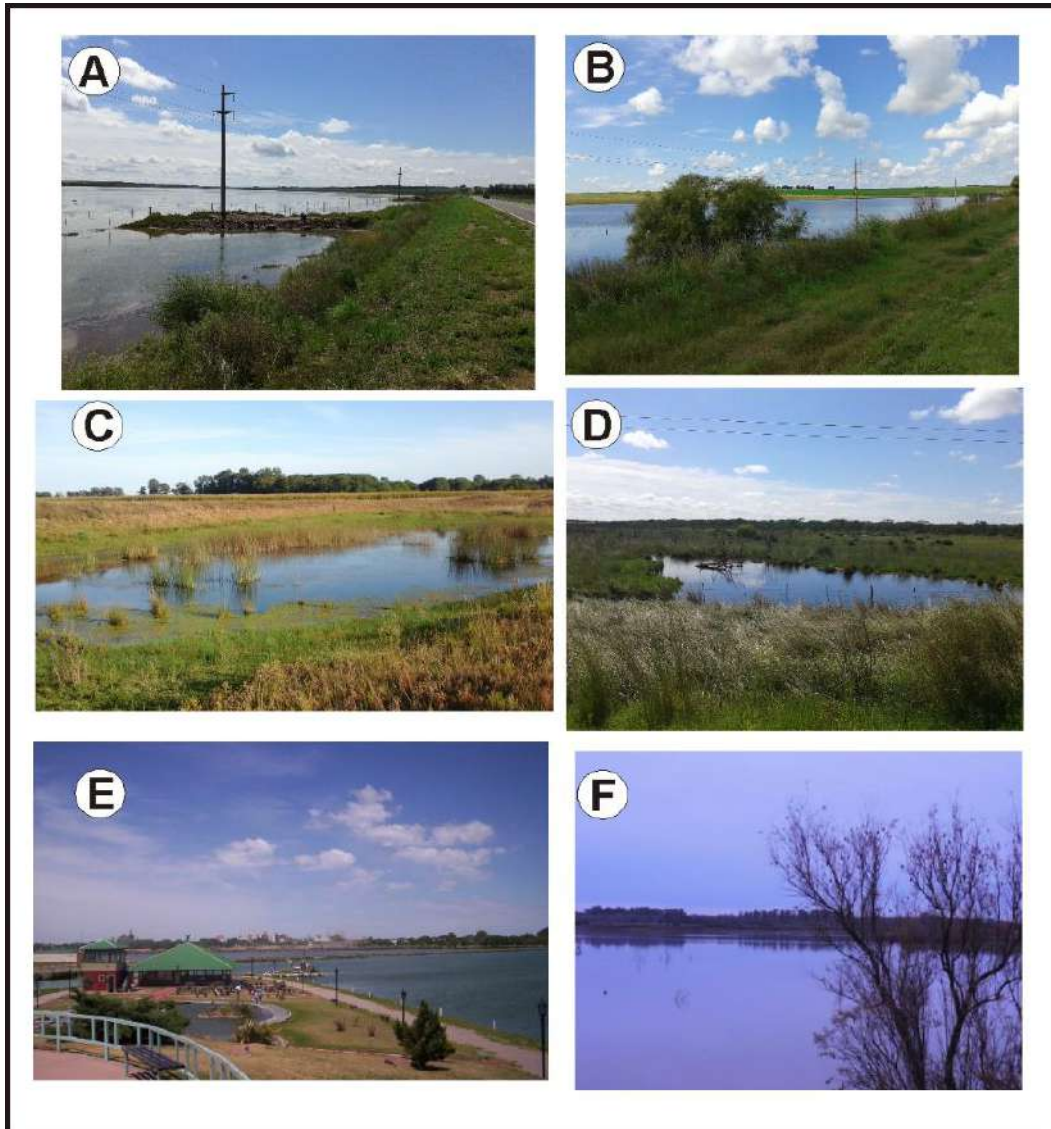


Lámina I. Vista general de los cuerpos de agua estudiados: **A**, Laguna grande. **B**, Laguna General Campos. **C**, Laguna ojo de agua. **D**, Laguna monte de caldén. **E** y **F**, Laguna Don Tomás.

6.3 Trabajo de campo y laboratorio

Las lagunas se muestrearon, desde agosto del 2015 hasta junio del 2016. Se colectaron de tres a cinco muestras de sedimento por laguna, realizando una transecta desde la orilla hasta aproximadamente 40 cm de profundidad. Para la extracción de las muestras se utilizó un aro metálico de 10 cm de diámetro por 2 cm de alto, y se recogieron los 2 cm superficiales. Además se tomaron muestras de agua en recipientes acondicionados. En campo se obtuvieron datos de profundidad, transparencia (empleando el disco de Secchi) y temperatura.

El pH se determinó en laboratorio y la salinidad se calculó mediante el valor de conductividad (mS/cm) multiplicado por 0,67 (Echaniz, com. pers.).

6.4 Procesamiento de muestras

Todas las muestras fueron desagregadas con H₂O₂ de 130 volúmenes diluida en cuatro partes de H₂O. Posteriormente, en laboratorio, se tamizaron en húmedo con un tamiz de 63 µm de luz de malla y se llevaron a estufa a 50°C. Una vez secas, fueron pesadas con una balanza digital, colocadas en bolsas de plástico y rotuladas para el posterior análisis. Utilizando una lupa binocular marca Schonfeldoptik modelo MZS-0745TL se extrajo el total de ejemplares del sedimento mediante la técnica de *picking* con un pincel doble cero.

6.5 Análisis cualitativos

Se realizó la determinación sistemática de las especies de ostrácodos según Moore & Pitrat (1961). A nivel específico se utilizó bibliografía actualizada (Bertels & Martínez (1990), Cusminsky & Whatley, (1996), Cusminsky *et al.* (2005), Ferrero (2006), Laprida (2006), Meisch (2000) y Karanovic (2012); y en los casos en los que no fue posible llegar al nivel de género y especie se los identificó como juveniles indeterminados (muda 2 a 4 aproximadamente).

6.6 Análisis cuantitativos

Se contabilizó el total de caparazones y valvas de cada especie (juveniles y/o adultos), de los cuales se anotó la cantidad de individuos vivos y muertos y el total de juveniles indeterminados. Para diferenciar los ejemplares vivos de los ejemplares muertos al momento del muestreo, se observó la presencia de partes blandas y apéndices en los caparazones. Se calculó la densidad, frecuencia relativa, índice de diversidad de Shannon-Wiener y se determinó la riqueza específica.

6.6.1 Densidad

Es el número total de individuos por muestra en una unidad determinada de sedimento. En este trabajo se utilizó número de individuos por gramo de sedimento bruto seco.

6.6.2 Frecuencia relativa

Es la proporción de individuos de cada especie con respecto al total de individuos de cada muestra.

6.6.3 Riqueza específica

Es el número total de especies recuperadas en cada muestra.

6.6.4 Índice de Shannon-Wiener

Con el fin de determinar el grado de estabilidad ambiental, se calculó el índice de Shannon-Wiener para cada laguna, el cual se obtiene mediante la aplicación de la función de información de Shannon-Wiener y se expresa según la ecuación aplicada por Buzas & Gibson (1969):

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

dónde S es el número de especies y p_i la proporción de individuos de cada especie i en la muestra. Este índice, además de ser uno de los más utilizados, es relativamente independiente del tamaño de muestra excepto para densidades de individuos muy bajas. Es influenciado tanto por el número de especies presentes como por la abundancia relativa. Al reflejar la heterogeneidad de una comunidad, el valor de $H'(S)$ es mayor cuando todas las especies en la muestra son igualmente abundantes (heterogénea) y, por el contrario, será menor cuando haya dominancia de una especie (homogénea) (Pla, 2006).

7. RESULTADOS

Los valores de temperatura del agua variaron entre 17- 20 °C y el pH varió entre 7,5 y 8,2. La salinidad fue más elevada en las lagunas LGC y LG con valores de 18,09 g/l y 10,98 g/l respectivamente, mientras que la laguna LOA y LMC presentaron salinidades menores (1,42 g/l y 3,07 g/l, respectivamente) siendo la de salinidad más baja LDT (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de pH, salinidad, temperatura del agua (°C) y transparencia (medida con Disco de Secchi) de los distintos sitios estudiados.

Sitio	pH	Salinidad (g/l)	T (°C)	Disco de Secchi
LMC	7,80	3,07	20	5 cm
LGC	8,20	18,09	17	260 cm
LG	7,90	10,98	17	20 cm
OA	7,50	1,43	18	160 cm
LDT	7,50	2,05	18	15 cm

Se registró un total de 3344 individuos pertenecientes a la superfamilia Cypridoidea, representada por 3 familias y 7 géneros (Ver anexo I). Los ejemplares en los primeros estadios juveniles (M2-M5) no pudieron ser determinados sistemáticamente debido al reducido tamaño y a la gran variabilidad ontogenética.

7.1 Sistemática

Phylum **Crustacea** Pennant, 1777

Clase Ostracoda Latreille, 1806

Orden Podocopida Müller, 1894

Suborden Podocopina Sars, 1866

Superfamilia Cypridoidea Baird, 1845

Familia Cyprididae Baird, 1845

Género *Heterocypris* Claus, 1893

Heterocypris incongruens (Ramdohr, 1808)

(Lámina II, Figura D; Lámina IV, Figura B)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna ojo de agua (OA), laguna monte de caldén (LMC) y laguna grande (LG).

Descripción: se caracteriza por presentar un caparazón ovalado con valvas desiguales, la izquierda más grande que la derecha y de superficie lisa. El borde dorsal es convexo; la valva derecha presenta una suave concavidad, mientras que en la valva izquierda el borde ventral es recto; los bordes anterior y posterior son redondeados con pequeños dentículos que solo se observan en vista interna. La altura máxima se ubica en la mitad de la longitud de la valva. Las impresiones musculares son típicas de Cyprideidae.

Heterocypris similis (Wierzejski, 1967)

(Lámina II, Figura C; Lámina III, Figura C)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna ojo de agua (OA), laguna monte de caldén (LMC), laguna grande (LG) y laguna General Campos (LGC).

Descripción: se caracteriza por presentar un caparazón ovalado; con valvas desiguales, la izquierda más grande que la derecha y superficie lisa. Los bordes anterior y posterior presentan pequeños dientes fácilmente visibles. El borde ventral es recto. La altura máxima se ubica a la mitad de la longitud de la valva. Las impresiones musculares por lo general se disponen de manera horizontal.

Heterocypris salina (Brady, 1868)

(Lámina II, Figura E; Lámina III, Figura D)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna monte de caldén (LMC) y laguna grande (LG).

Descripción: caparazón subtriangular, similar a *Cypridopsis*, de superficie casi lisa. El borde ventral presenta una pequeña concavidad y el borde posterior es más redondeado que el anterior. Impresiones musculares de 5 a 6.

Género *Chlamydotheca* (Saussure, 1858)

Chlamydotheca incisa (Claus, 1893)

(Lámina II, Figura A; Lámina IV, Figura C)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna ojo de agua (OA)

Descripción: se caracteriza por presentar un caparazón grande y ovalado con presencia de poros en la superficie; valvas desiguales con borde ventral casi recto. Los bordes anterior y posterior son redondeados, pero el último presenta un margen de forma lobulada que sobresale de la valva.

Género *Candona* Baird, 1845

Candona sp.

(Lámina II, Figura I; Lámina IV, Figura A)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna ojo de agua (OA), laguna grande (LG) y laguna General Campos (LGC).

Descripción: se caracteriza por presentar un caparazón mediano, subrectangular redondeado; el extremo anterior es levemente más comprimido que el extremo posterior. La valva izquierda es mayor que la derecha. El borde dorsal es levemente convexo, el ventral ligeramente cóncavo y el borde anterior y posterior son redondeados. La altura máxima de la valva se localiza en el extremo posterior. Presentan seis impresiones musculares, de las cuales la superior es de mayor tamaño y las demás están organizadas en forma de roseta.

Género *Cypridopsis* Brady, 1967

Cypridopsis vidua (O.F. Müller, 1776)

(Lámina II, Figura B; Lámina III, Figura E)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna grande (LG), laguna ojo de agua (OA) y laguna monte de caldén (LMC).

Descripción: caparazón mediano, subtriangular con presencia de poros o puntos distribuidos de manera homogénea. En vista dorsal es algo globoso y ovoide; con valva derecha mayor que la izquierda. El ancho máximo es algo posterior a la mitad de la

longitud. El borde dorsal es fuertemente convexo y el borde ventral es ligeramente cóncavo en la parte media. Los bordes anterior y posterior son redondeados.

Género *Potamocypris* Brady, 1870

Potamocypris unicaudata Schäfer, 1943

(Lámina II, Figura H; Lámina III, Figura A)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna ojo de agua (OA).

Descripción: caparazón subtriangular y liso. Borde dorsal algo convexo y borde ventral apenas cóncavo. Borde anterior redondeado mientras que el posterior, también redondeado lo hace con un ángulo.

Familia Limnocytheridae Klie, 1938

Género *Limnocythere* Brady, 1868

Limnocythere cusminskyae Ramón-Mercau, Plastani y Laprida, 2014

(Lámina II, Figura G; Lámina III, Figura B)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna grande (LG) y laguna General Campos (LGC).

Descripción: en vista lateral, el caparazón es alargado; reniforme en machos y subreniformes en hembras; con borde ventral cóncavo y dorsal recto. Los bordes anterior y posterior son redondeados. La altura máxima del caparazón es algo anterior a la mitad y en vista dorsal es ligeramente comprimido. La ornamentación de la valva es débil, presenta pequeños retículos y poros dispersos.

Familia Ilyocyprididae (Kaufmann, 1900)

Género *Ilyocypris* Brady y Norman, 1889

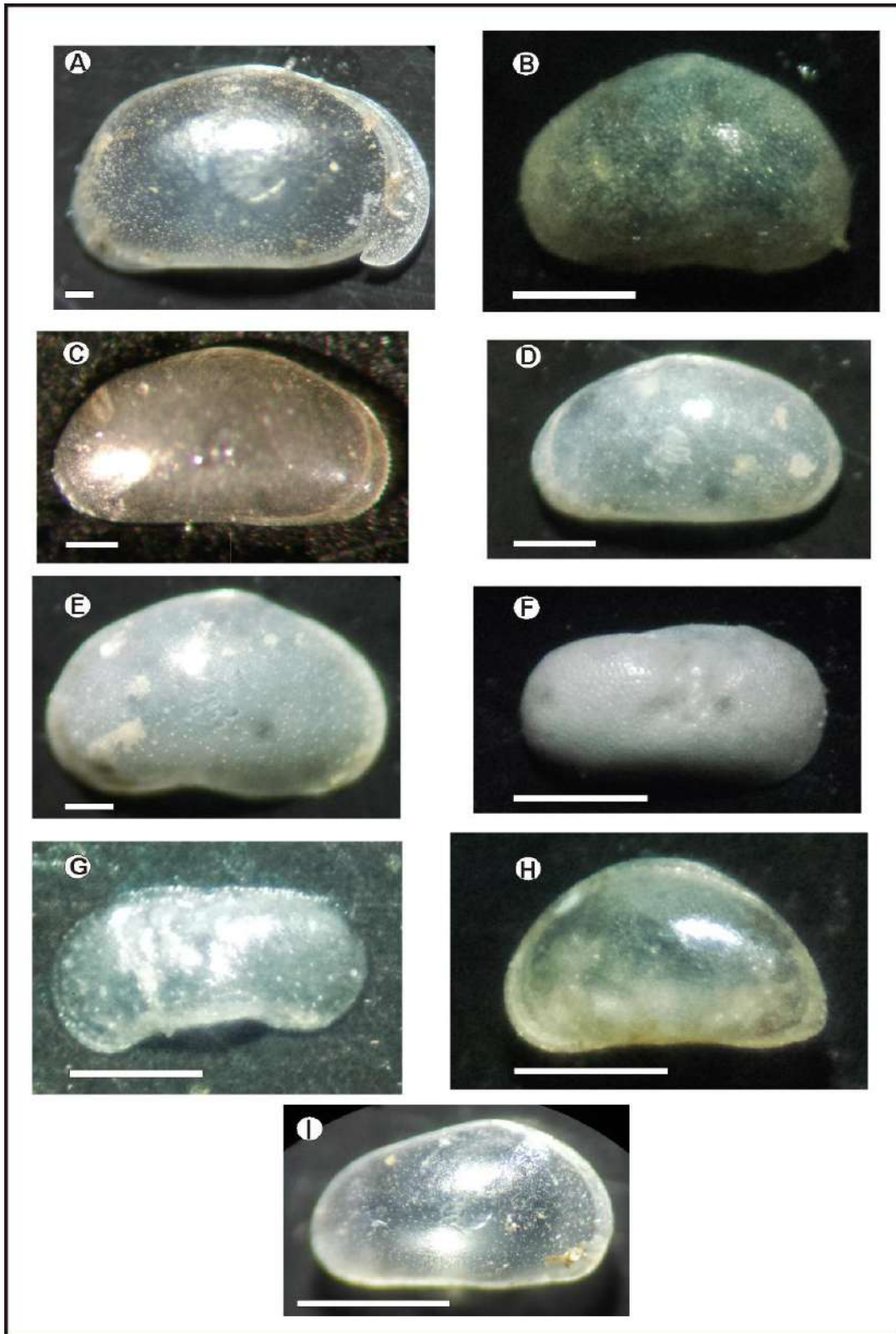
Ilyocypris ramirezi Cusminsky y Whatley, 1996

(Lámina II, Figura F; Lámina IV, Figura D)

Material estudiado: valvas y caparazones; adultos y juveniles.

Procedencia: laguna monte de caldén (LMC) y laguna General Campos (LGC).

Descripción: caparazón grande, subrectangular. Margen dorsal casi recto y margen ventral de mediana concavidad. Margen anterior más redondeado que el posterior. La altura máxima del caparazón es algo anterior a la mitad. La ornamentación de la valva es homogénea con presencia de poros y dos surcos casi paralelos situados aproximadamente a la mitad de la valva.



Lamina II. Vista externa; **A**, *Chlamydotheca incisa*, Vd. **B**, *Cypridopsis vidua*, Vi. **C**, *Heterocypris similis*, Vd. **D**, *Heterocypris incongruens*, Vi. **E**, *Heterocypris salina*, Vd. **F**, *Ilyocypris ramirezi*, Vd. **G**, *Limnocythere cuminskyae*, Vi. **H**, *Potamocypris unicaudata*, Ca, Vi. **I**, *Candonina* sp., Ca, Vd. Abreviaciones: Vi: valva izquierda; Vd: valva derecha; Ca: caparazón. Escala = 100 μ m.

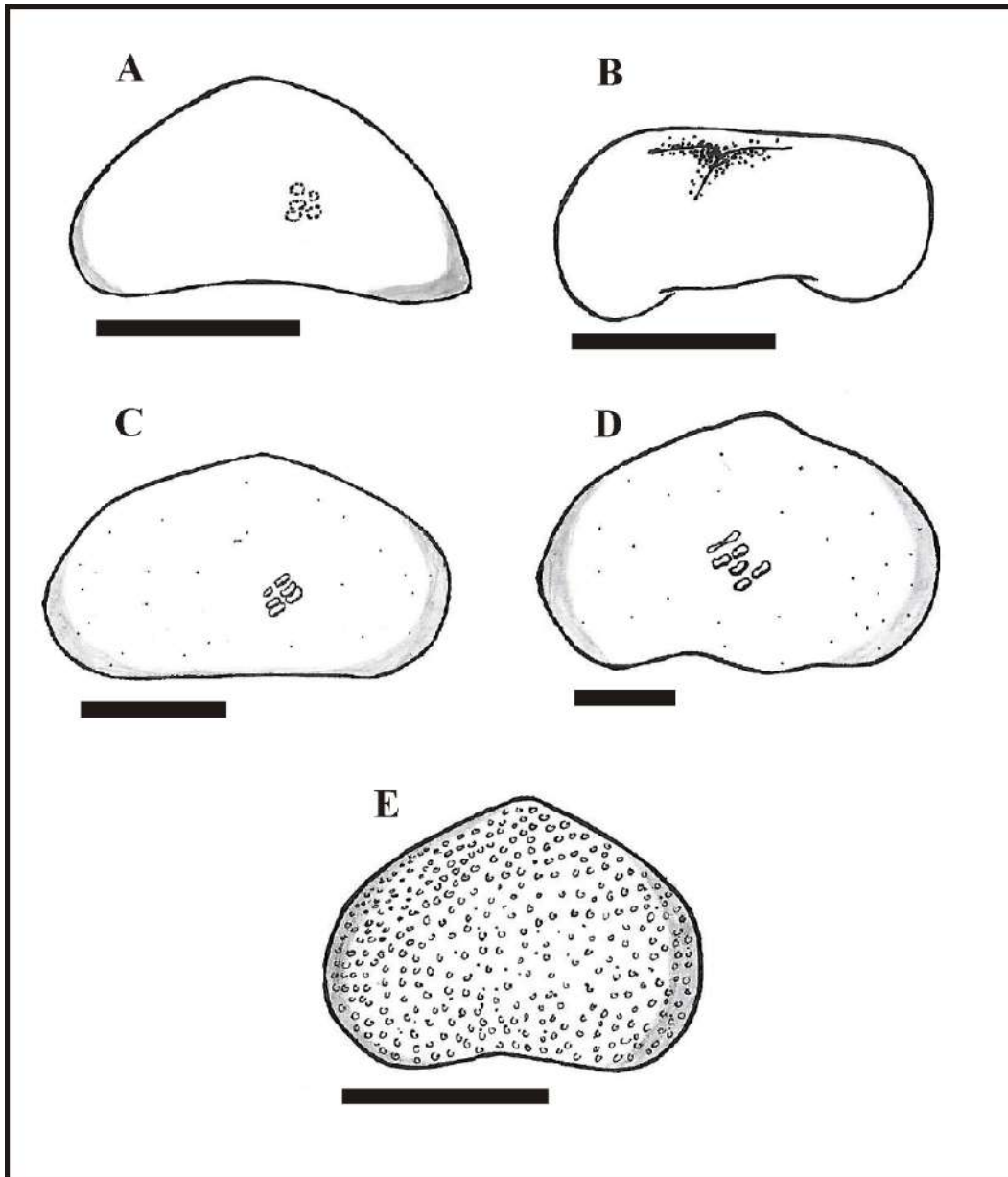


Lámina III. A, *Potamocypris unicaudata*, Vi. B, *Limnocythere cuminskyae*, Vi. C, *Heterocypris similis*, Vd. D, *Heterocypris salina*, Vd. E, *Cypridopsis vidua*, Vi. Abreviaciones: Vi: valva izquierda; Vd: valva derecha. Escala = 100 μ m.

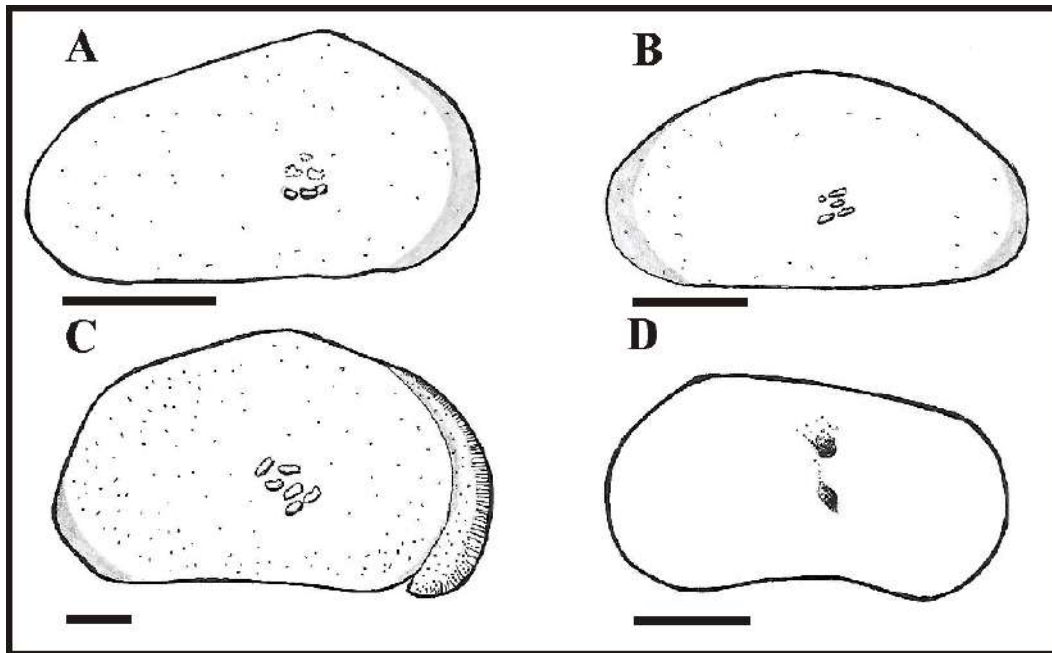


Lámina IV. Dibujo de vista externa; **A**, *Candona* sp. **B**, *Heterocypris incongruens*, Vi. **C**, *Chlamydotheca incisa*, Vd. **D**, *Ilyocypris ramirezi*, Vd. Abreviaciones: Vi: valva izquierda; Vd: valva derecha. Escala = 100 µm.

7.2 Análisis cuantitativo

Laguna ojo de agua (OA)

Se contabilizó un total de 784 individuos, de los cuales se identificaron 629 pertenecientes a seis especies; los restantes (155) se asignaron a juveniles indeterminados. Las especies más abundantes fueron *Heterocypris similis* (59%), *Heterocypris incongruens* (36%) y en menor proporción se encontró *Candona* sp. (3%), *Cypridopsis vidua* (1%), *Chlamydotheca incisa* (0,3%) y *Potamocypris unicaudata* (0,1%) (Tabla 8).

Heterocypris similis, *Heterocypris incongruens* y *Cypridopsis vidua* presentaron ejemplares vivos al momento del muestreo. No se encontraron individuos vivos de *Chlamydotheca incisa*, *Potamocypris unicaudata* y *Candona* sp. (Tabla 2), sin embargo, las valvas y caparazones se encontraron en buen estado de preservación sin evidencias de transporte ni ataque de agentes biológicos, lo cual indicaría un corto período de exposición.

En las muestras analizadas, se encontraron abundantes restos de organismos, hojarasca y semillas. La fauna acompañante estuvo compuesta por ejemplares de gasterópodos pertenecientes al género *Planorbis*. El índice de Shannon-Wiener fue de 0,85 (Figura 8).

Tabla 2. Especies y número de ejemplares registrados en 35 g. de sedimento de la laguna ojo de agua.

Laguna ojo de agua (OA)				
Especie	Juveniles	Adultos	Individuos vivos	Total individuos
<i>Cypridopsis vidua</i>	0	6	1	6
<i>Potamocypris unicaudata</i>	1	0	0	1
<i>Heterocypris similis</i>	1	472	174	473
<i>Heterocypris incongruens</i>	4	295	119	299
<i>Candona</i> sp.	17	1	0	18
<i>Chlamydotheca incisa</i>	0	2	0	2
Individuos indeterminados	155			

Laguna monte de caldén (LMC)

Se contabilizó un total de 647 individuos, de los cuales se identificaron 591 pertenecientes a cinco especies; los restantes (56) se asignaron a juveniles indeterminados. Las especies más abundantes fueron *Heterocypris incongruens* (47%) y *Cypridopsis vidua* (37%) y en menor proporción se encontraron *Heterocypris similis* (11%), *Ilyocypris ramirezi* (3%) y *Heterocypris salina* (1%) (Tabla 8).

Las especies *Heterocypris incongruens*, *Cypridopsis vidua*, *Ilyocypris ramirezi* y *Heterocypris similis* presentaron individuos vivos al momento del muestreo. *Heterocypris salina* fue la única que no presentó individuos vivos (Tabla 3). Si bien las valvas y caparazones son susceptibles de ser fragmentados por la acción del viento debido a su escasa calcificación, se encontraron en buen estado de preservación y sin evidencias de ataque de hongos.

En las muestras analizadas, se encontraron abundantes restos de organismos pertenecientes a hexápodos, semillas y hojarasca. Se encontraron escasos ejemplares de gasterópodos pertenecientes al género *Planorbis*. El índice de Shannon-Wiener fue de 1,13 (Figura 8).

Tabla 3. Especies y número de ejemplares registrados en 72 g de sedimento de la laguna monte de caldén.

Laguna monte de caldén (LMC)				
Especie	Juveniles	Adultos	Individuos vivos	Total individuos
<i>Cypridopsis vidua</i>	54	167	23	221
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	10	10	4	20
<i>Heterocypris salina</i>	4	3	0	7
<i>Heterocypris similis</i>	0	65	2	65
<i>Heterocypris incongruens</i>	91	187	41	278
Individuos indeterminados	56			

Laguna General Campos (LGC)

Se contabilizó un total de 8 individuos pertenecientes a las especies *Limnocythere cuminskyae* (50%), *Heterocypris similis* (25%), *Candona* sp.(12,5%) e *Ilyocypris ramirezi* (12,5%). No se encontraron individuos vivos (Tabla 4 y 8). El índice de Shannon-Wiener fue de 1,21 (Figura 8).

Tabla 4. Especies y número de ejemplares registrados en 22 g de sedimento de laguna General Campos.

Laguna General Campos (LGC)			
Especie	Juveniles	Adultos	Total individuos
<i>Heterocypris similis</i>	0	2	2
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	0	4	4
<i>Candona</i> sp.	0	1	1
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	1	0	1

Laguna grande (LG)

Se contabilizó un total de 1164 individuos, de los cuales se identificaron 978 pertenecientes a seis especies; los restantes (186) se asignaron a juveniles indeterminados. Las especies más abundantes fueron *Limnocythere cuminskyae* (87%), *Heterocypris incongruens* (6%), *Candona* sp. (3%) y, en menor proporción se encontró *Cypridopsis vidua* (2%), *Heterocypris similis* (2%) y *Heterocypris salina* (1%) (Tabla 8).

El 19% de los individuos identificados estaban vivos al momento del muestreo, estando representados por las especies *Limnocythere cuminskyae*, *Heterocypris incongruens*, *Heterocypris salina*, y *Cypridopsis vidua*. No se encontraron individuos vivos de *Heterocypris similis* y *Candona* sp. (Tabla 5 y 8), sin embargo, las valvas y caparazones se encontraron en buen estado de preservación.

No se observaron restos de organismos pertenecientes a otros *taxa*, además se observó escasa materia orgánica. El índice de Shannon-Wiener fue de 0,57 (Figura 8).

Tabla 5. Especies y número de ejemplares registrados en 23 g de sedimento de laguna grande.

Especie	Laguna grande (LG)			
	Juveniles	Adultos	Individuos vivos	Total individuos
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	251	600	172	851
<i>Cypridopsis vidua</i>	7	12	1	19
<i>Heterocypris incongruens</i>	33	23	14	56
<i>Heterocypris similis</i>	16	0	0	16
<i>Heterocypris salina</i>	3	3	3	6
<i>Candona</i> sp.	27	2	0	30
Individuos indeterminados	186			186

Laguna Don Tomás (LDT)

Se contabilizó un total de 741 individuos. Las especies más abundantes fueron *Heterocypris similis* (47%), *Limnocythere cuminskyae* (29%), *Heterocypris incongruens* (20%) y *Cypridopsis vidua* (3%). El 19% de los individuos identificados estaban vivos al momento del muestreo (Tabla 6 y 8). No se observaron restos de organismos de otros *taxa* ni abundante materia orgánica. El índice de Shannon-Wiener fue de 1,15 (Figura 8).

Tabla 6. Especies y número de ejemplares registrados en 22 g de sedimento de laguna Don Tomás.

Especie	Laguna Don Tomás (LDT)	
	Individuos vivos	Total individuos
<i>Heterocypris similis</i>	56	350
<i>Heterocypris incongruens</i>	47	150
<i>Cypridopsis vidua</i>	15	25
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	20	216

Las lagunas LG, LDT y LOA fueron las que presentaron las mayores densidades (5061, 3368 y 2240 individuos cada 100 gramos de sedimento); mientras que la LMC y LGC presentaron densidades muy inferiores, (899 y 36 individuos cada 100 gramos de sedimento) (Tabla 7 y 8,).

Las que presentaron mayor riqueza específica fueron OA y LG con 6 especies y LMC con 5 especies; mientras que en LDT y LGC solo se registraron 4.

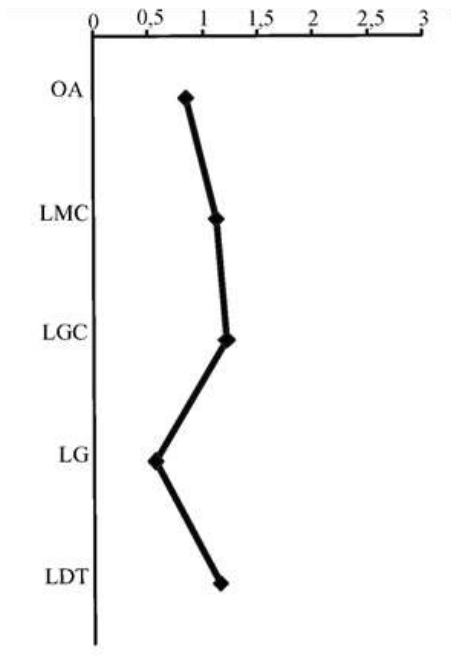


Figura 8. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Tabla 7. Comparación de la densidad de las poblaciones de ostrácodos en los sitios estudiados.

Especie	OA	LMC	LGC	LG	LDT
<i>Heterocypris similis</i>	373	65	2	16	350
<i>Heterocypris incongruens</i>	229	278	0	56	150
<i>Cypridopsis vidua</i>	6	221	0	19	25
<i>Potamocypris unicaudata</i>	1	0	0	0	0
<i>Candona</i> sp.	18	0	1	30	0
<i>Chlamydotheca incisa</i>	2	0	0	0	0
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	0	0	4	851	216
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	0	20	1	0	0
<i>Heterocypris salina</i>	0	7	0	6	0
Juveniles indeterminados	155	56	0	186	0
Total indentificado	629	591	8	978	741
Total individuos	784	647	8	1164	741
Densidad (ind./100 gr)	2240	899	36	5061	3368

Tabla 8. Comparación de la frecuencia relativa de cada especie en los distintos sitios estudiados.

Especie	Frecuencia relativa				
	OA	LMC	LGC	LG	LDT
<i>Heterocypris similis</i>	0,59	0,11	0,25	0,02	0,47
<i>Heterocypris incongruens</i>	0,36	0,47	0,00	0,06	0,20
<i>Cypridopsis vidua</i>	0,01	0,37	0,00	0,02	0,03
<i>Potamocypris unicaudata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Candona</i> sp.	0,03	0,00	0,13	0,03	0,00
<i>Chlamydotheca incisa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Limnocythere cusminskyae</i>	0,00	0,00	0,50	0,87	0,29
<i>Ilyocypris ramirezi</i>	0,00	0,03	0,13	0,00	0,00
<i>Heterocypris salina</i>	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00

8. DISCUSIÓN

Los cuerpos de agua que presentaron las mayores densidades fueron LG, LDT y OA. La mayor densidad registrada en la laguna LG puede deberse al enriquecimiento por nutrientes y materia orgánica provenientes de la actividad ganadera en campos aledaños y en el caso de la laguna LDT por el aporte de nutrientes a través del agua pluvial proveniente de la ciudad de Santa Rosa. La alta densidad en OA podría deberse a un enriquecimiento de nutrientes por eutrofización natural. Esto coincide con el modelo de Pearson y Rosemberg (1978), quienes postularon que ante un enriquecimiento del cuerpo de agua por nutrientes algunas especies se ven favorecidas y con el estudio de Zapperi, (2015) quien demostró que ante un enriquecimiento artificial de nitrógeno (N) y fósforo (P) en ambientes de planicie de marea, hubo un incremento en la cantidad de individuos. Si bien algunos ostrácodos se ven favorecidos, según Ruiz *et al.* (2013), algunas especies de los géneros *Ilyocypris* y *Candona* son altamente sensibles ante elevados niveles de fosfatos y nitratos disminuyendo drásticamente el número de individuos o incluso desaparecer la población.

La muy baja densidad encontrada en la laguna LGC podría deberse a la presencia de un sustrato compuesto por tosca que podría actuar como factor condicionante, debido a la preferencia de de estas especies por sustratos de sedimento de grano fino, lo que fue característico de los demás cuerpos de agua estudiados (LG, OA, LDT y LMC).

En los lagos someros LG y OA, fue notable la presencia de individuos en los primeros estadios juveniles (20% y 16%) respectivamente, en comparación con los demás

(LMC: 8%; LGC y LDT no presentaron juveniles indeterminados). La abundancia de estos ejemplares podría estar asociada a la presencia de vegetación arraigada y flotante que actúa como refugio para los mismos, coincidiendo con lo propuesto por Carbonel (1980) y Ruiz *et al.* (2010, 2011).

El índice de Shannon – Wiener presentó valores bajos (0,51 – 1,21) en las lagunas estudiadas; esto estaría explicado por la dominancia de una o dos especies.

La riqueza específica fue menor en LDT y LGC (4 especies en cada una), ambos cuerpos de agua cercanos a centros urbanos; LDT ubicada dentro de la ciudad de Santa Rosa y LGC sobre la ruta provincial número 1, a pocos metros del acceso a la localidad de General Campos, la cual se caracteriza por poseer varias industrias de productos lácteos. La ausencia o disminución de ciertas especies podría explicarse por el ingreso de agua de escorrentía proveniente de la ciudad, así como también, por el ingreso de altas cargas de contaminantes orgánicos, coincidiendo con Poquet *et al.*, (2008) y Ruiz *et al.*, (2013) quienes observaron que ante grandes aportes de aguas residuales e industriales en lagos y arroyos de España, la diversidad de ostrácodos disminuye o en algunos casos desaparece la comunidad.

Las especies *Heterocypris similis*, *Heterocypris incongruens*, *Cypridopsis vidua* y *Limnocythere cusminskyae* estuvieron presentes en la mayoría de las lagunas estudiadas. Se encontraron escasos ejemplares de *Potamocypris unicaudata* en OA; coincidiendo con Laprida, (2006) quien también halló pocos ejemplares asignados a *Potamocypris* sp. en lagunas de la pampa bonaerense (según observaciones personales de Kihn estos ejemplares corresponderían a *Potamocypris unicaudata*).

Según Laprida, (2006) *Heterocypris similis* sería una de las especies indicadoras de ambientes eutróficos a hipereutróficos. En este estudio, este taxón fue muy abundante en LDT; la cual fue caracterizada con anterioridad como un lago somero hipereutrófico en base al estudio de otros *proxies* (Echaniz *et al.*, 2008 y Álvarez *et al.*, 2009), y en OA, donde se observó que este lago presenta eutrofización natural propia de la dinámica del mismo; siendo mayor en los meses de verano (Kihn, *com. pers.*).

Liberto, (2010) plantea que *Cypridopsis vidua* se desarrollaría mejor en ambientes más estables; sin embargo, en este estudio se la encontró de manera abundante en la laguna LMC, que se caracteriza por ser de muy escasa profundidad y un ambiente altamente inestable.

Laprida (2006) encontró ejemplares de *Chlamydotheca incisa* en lagunas temporales de escasa profundidad y abundante vegetación acuática, mientras que en este estudio se la halló en una laguna permanente (OA), de aproximadamente 1,8 metros de profundidad, con gran cantidad de vegetación circundante.

En este estudio se hallaron 13 ejemplares de *Heterocypris salina* en las lagunas LG y LMC con una salinidad promedio de 14,5 g/l, lo que constituye el primer registro de la especie en la provincia de La Pampa. D'Ambrosio, (2015) encontró 4 ejemplares de esta especie en muestras de la laguna Llanquanelo, provincia de Mendoza, con salinidad moderadamente alta (media de 25,31 g/l). Ambos hallazgos confirman la tolerancia de la especie a amplios rangos de salinidad (Meisch, 2000).

La tendencia a que en áreas con menor grado de acción antrópica se registre mayor riqueza específica (Ruiz *et al.*, 2007) se verificó en este estudio, ya que OA y LMC (las lagunas más alejadas de centros urbanos) fueron las que presentaron mayor riqueza específica.

9. CONCLUSIÓN

Se registró un total de 9 especies pertenecientes a la superfamilia Cypridoidea, representada por las familias Cyprididae, Limnocytheridae e Ilyocyprididae.

El hallazgo de *Heterocypris salina* constituye el primer registro de esta especie para la provincia de La Pampa.

Teniendo en cuenta las características ecológicas y la distribución de las especies encontradas en los distintos sitios estudiados, se puede afirmar que las asociaciones halladas son características de lagos someros de la llanura pampeana del centro de Argentina.

Las diferencias entre las comunidades de los sitios estudiados se deberían a factores físico - químicos propios de cada ambiente, lo cual permite aceptar hipótesis de que las asociaciones de ostrácodos presentes en los diversos cuerpos de agua son distintas (H_0).

En cuerpos de agua cercanos a centros urbanos la riqueza específica fue menor corroborando la hipótesis de que los sitios con mayor acción antrópica tendrán menos diversidad de ostrácodos (H_1).

Del estudio de las especies encontradas, es posible afirmar que *Heterocypris similis* es un potencial indicador de hipereutrofización debido a su gran abundancia en lagunas de

alto niveles de eutrofización y *Chlamydotheca incisa* podría ser utilizado como un indicador de bajos niveles de disturbio por encontrarse solo en una laguna con bajos niveles de contaminación por acción antrópica.

En este trabajo, se corroboró la conclusión de que los ostrácodos son buenos indicadores de contaminación por nutrientes. Si bien se ha comprobado que los bioindicadores son una herramienta útil para poder detectar cambios en el medio y tener una idea aproximada del impacto en el ecosistema, sería importante complementar estos estudios con análisis físico - químicos.

Finalmente, sería importante realizar nuevos muestreos en diferentes ambientes, debido a que la información disponible sobre el efecto de ciertos contaminantes en las poblaciones de ostrácodos sigue siendo escasa.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S. B.; Bazán, G. I. & Bernardos, J. N. 2009. Diversidad fitoplanctónica de los cuencos principal y norte de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). *Limnetica* 28(2): 253-260 .
- Baird, W. 1845. Arrangement of the British Entomostraca, with a list of species, particularly noticing those which have as yet been discovered within the bounds of the club. *Transactions of the Berwickshire naturalist club* 2: 145-158.
- Benson, R. H.; Berdan, J. M.; Van den bold, W. A.; Hanai, T.; Hessland, I.; Howe, H. V.; Kesling, R. V.; Levinson, S. A.; Reyment, R. A.; Moore, R. C.; Scott, H. W.; Shaver, R. H.; Sohn, I. G.; Stover, L. E.; Swain, F. M.; Sylvester-Bradley, P. C. & Wainwrithe, J. 1961. Part Q, Arthropoda 3: Crustacea, Ostracoda. Editorial Lawrence: University of Kansas. Geological Society of America 2-63 .
- Bertels, A. & Martínez, D. E. 1990. Quaternary ostracodes of continental and transitional littoral-shallow marine environments. *Courier Forschungs Institut Senckenberg* 123: 141-159 .
- Brady, G. S. 1867. A synopsis of the recent British Ostracoda. *The intellectual Observer* 12: 110-130.
- Brady, G. S. 1868. A monograph of the recent British Ostracoda. *Transactions of the Linnean Society of London* 26: 353-495.
- Brady, G. S. 1870. Notes on Entomostraca taken chiefly in the Northumberland and Durham districts. *Natural History Society of Northumberland and Durham, Transactions* 3: 361-373.
- Brady, G. S. & Norman, A. M. 1889. *A monograph of marine and non-marine freshwater Ostracoda of the North Atlantic and of Northwestern Europe*. Section 1. Podocopa: Royal Dublin Society Sciences Transactions, ser. 2(4): 63-270.
- Cano, E. 1988. *Pastizales naturales de La Pampa*. Tomo I: descripción de las especies más importantes. Convenio AACREA. Págs. 424.
- Cano, E. 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación*. <https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar//index2.html>
- Carbonel, P. 1980. Les ostracodes et leur interet dans la definition des ecosystemes estuariens et de plateforme continentale essais d'application a des domaines anciens. Institute de Geologie du Bassin d'Aquitaine, Université de Bordeaux, Tesis doctoral. Págs. 350.

- César, I. I.; Armendáriz, L. C.; Becerra, R. V. & Liberto, R. 2003. Biodiversidad de Crustácea (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata, Ostracoda, Amphipoda y Brachyura Trichodactylidae) de la Mesopotamia argentina. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino. INSUGEO, Miscelánea* 12: 247-252 .
- Chávez Lara, C. M. 2011. Paleoecología de ostrácodos en los últimos 45 cal ka A.P., procedentes de los sedimentos del paleolago Babícora, desierto de Chihuahua, México. Tesis de grado Universidad Nacional Autónoma de México. Págs. 39.
- Claus, C. 1893. *Beitrage zur Kenntniss der süßwasser-Ostracoden*. I. Über den Körper und Gliedmassenbau der Cypriden, nebst Bemerkungen über einzelne Organe derselben. *Arbeiten aus Zoologisches Institut der Universität Wien zoologische* 10: 147-216.
- Coviaga, C., Cuminsky, G., Baccalá, N. & Pérez, A. P. 2015. Dynamics of ostracod populations from shallow lakes of Patagonia: life history insights. *Journal of Natural History* (49): 17-18.
- Cusminsky, G. C. y Whatley, R. 1996. Quaternary non-marine ostracodes from lake beds in northern Patagonia. *Revista Española de Paleontología* 11: 143-154.
- Crespo, F.; Kihn, R. G.; Pall, J. L. & Stella, C. 2016. Estudio preliminar de la diversidad de ostrácodos en un cuerpo de agua somero de la Provincia de La Pampa, Argentina. Resumen de las XII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Pág. 25.
- Cusminsky, G. C. & Whatley, R. 1996. Quaternary non-marine ostracods from lake beds in northern Patagonia. *Revista Española de Paleontología* 11 (2): 143-154 .
- Cusminsky G. C., Pérez, P. A., Schwalb, A. & Whatley, R. 2005. Recent lacustrine ostracods from Patagonia, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 37:431-450.
- D'Ambrosio, D. S. 2014. Reconstrucción paleolimnológica de la laguna Llancanelo (Mendoza, Argentina) a través del estudio de ostrácodos del cuaternario. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Págs. 209.
- Del Ponti, O.; Marani, J. L.; Ganora, E.; Berguño, A.; Galea, J. M. & Pratts, P. 2014. Parámetros ambientales y pesqueros de un lago somero de La Pampa, luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis*. *Instituto Biología Acuática* 30: 107-121.
- Echaniz, S.; Vignatti, A. M.; José de Paggi, S. & Paggi, J. C. 2005. Riqueza y composición del zooplancton de lagunas saladas de la región pampeana argentina. Universidad Nacional del Litoral. *Revista FABICIB* 9: 25-39 .

- Echaniz, S.; Vignatti, A. M. & Bunino, P. C. 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década. *Biota Neotropica* 8(4): 63-71.
- Echaniz, S.; Vignatti, A.; Pilati, A. & Kissner, S. 2012. Cambios en la diversidad y variación interanual de la abundancia del zooplancton de un lago somero urbano de La Pampa. *Biología Acuática* 7:97-112.
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2013. Trophic status of shallow lakes of La Pampa (Argentina) and its relation with the land use in the basin and nutrient internal load. *Journal of Environmental Protection* 4: 51-60 (Special Issue on Eutrophication).
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2017. The zooplankton of the shallow lakes of the semi-arid region of southern South America. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 53: 345–360.
- Echaniz, S.; Vignatti, A. M.; Cabrera, G.; Capecce, C. & Treffinger Cienfuegos, M. S. 2016. Comparación de los parámetros limnológicos y el zooplancton de un lago somero salino de La Pampa (Argentina) durante dos ciclos anuales con condiciones ambientales diferentes. *Biología Acuática* 31: 28-39.
- Echeverría Galindo, P. G. 2016. Ostrácodos (Crustacea: Ostracoda) en lagos kársticos (Montebello, Selva Lacandona y El Petén) en el norte de los Neotrópicos en relación a un gradiente altitudinal: diversidad, distribución y ecología. Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Págs. 104.
- 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. Págs. 373.
- Fontana, S. L. & Ballent, S. 2005. A new giant cypridid ostracod (Crustacea) from southern Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrobiología* 533: 187-197.
- Griffiths, H. R. & Holmes, A. 2000. *Non-marine Ostracods and Quaternary Paleoenvironments*. 188 pp. En Quaternary Research Association, Technical Guide N° 8.
- Horne, D. J.; Cohen, A. & Martens, K. 2002. *Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda*. In: J.A. Holmes & A.R Chivas (eds.) *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*, Washington, American Geophysical Union, 5-36 pp. (Geophysical Monograph 131).doi:10.1029/131GM02

- Karanovic, I. 2012. *Recent freshwater ostracods of the world: Crustacea, Ostracoda, Podocopida*. Ed. Springer. Págs. 619.
- Kihn, R. G. & Pall, J. L. 2013. Diversity of the present ostracofauna in lagoons of the central region of the Republic Argentina. *Munis Entomology & Zoology*, 8 (1): 273-277.
- Laprida, C. 2006. Ostrácodos recientes de la llanura pampeana, Buenos Aires, Argentina: ecología e implicancias paleolimnológicas. *Ameghiniana* 43 (1): 181-204.
- Laprida, C. & Valero- Garcés, B. V. 2009. Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameghiniana* 46 (1): 95-111.
- Liberto, R. 2010. Patrones demográficos en poblaciones naturales de Cyprididae (Crustacea: Ostracoda) del área rioplatense y sus respuestas vitales en bioensayos de toxicidad. Tesis doctoral Universidad Nacional de La Plata. Págs. 146. Trabajo inédito.
- Liberto, R.; César, I. & Mesquita, F. 2014. Postembryonic growth in two species of freshwater Ostracoda (Crustacea) shows a size-age sigmoid model fit and temperature effects on development time, but no clear temperature-size rule (TSR) pattern. *Limnology* (15): 57-67.
- Martínez, M. C. 2015. Monitoreo de tierras anegadas al noreste de la provincia de La Pampa, Argentina. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Págs. 101.
- Meisch C. 2000. *Freshwater Ostracoda of western and central Europe. Süßwasser fauna von Mitteleuropa* 8/3. Heidelberg: Spektrum Akademischer, Verlag. Págs. 522.
- Moore, R. & Pitrat, C. W. (eds.) 1961. *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q Arthropoda 3. Crustacea, Ostracoda*. Geological Society of America and University of Kansas Press. Lawrence. Págs. 442.
- Müller, O. F. 1776. *Zoologiae Danicae Prodrromus*, Havniae. Págs. 282.
- Ostera, H. 2006. Impacto ambiental: La necesidad de ampliar estudios básicos. *Encrucijadas*, 38. Universidad de Buenos Aires. <http://repositorioubi.sisbi.uba.ar>
- Pérez, L.; Lorenschat, J.; Brenner, M.; Scharf, B. & Schwalb, A. 2010. Extant freshwater ostracodes (Crustacea: Ostracoda) from Lago Petén Itzá, Guatemala. *Rev. Biol. Trop.* 58 (3): 871-895.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 31 (8): 583-590.
- Poquet, J. M.; Mezquita, F.; Rueda, J. & Miracle, A. R. 2008. Loss of Ostracoda biodiversity in Western Mediterranean wetlands. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 18: 280-296.

- Quirós, R.; Rennella, A. Q.; Boveri, M. B.; Rosso, J. J. & Sosnovsky, A. 2002. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral* 12: 175-185.
- Rahmdor, F. A. 1808. Über die gattung Cypris Müller und dreizunderselbengehörigeneue Arten. *Gesellschaft Natur forschender Freunde zu Berlin* 2: 83-91.
- Ramírez, F. C. 1967. Ostrácodos de lagunas de la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata, nueva serie; 10, Zoología* 73: 5-79.
- Ramón-Marcau, J.; Plastani, M. S. & Laprida, C. 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, L. I.; Alperin, M.; Pérez, A. P.; Coviaga, C. A.; Schwalb, A. & Cusminsky, G. 2015. *Eucypris fontana* (Graf, 1931) (Crustacea, Ostracoda) in permanent environments of Patagonia Argentina: a geometric morphometric approach. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* (51): 125-138.
- Ruiz, F.; González-Regalado, M. L.; Baceta, J. I. & Muñoz, J. M. 2000. Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from low and high-polluted southwestern Spanish estuaries: a multivariate approach. *Marine Micropaleontology* 40: 345-376.
- Ruiz, F.; Abad, M.; Borrego, J. & López-González, N. 2007. Los ostrácodos como trazadores ambientales en medios contaminados: el río Odiel (SO España). *Estudios geológicos* 63 (1): 75-82.
- Ruiz, F.; Abad, M.; González-Regalado, M. L.; Toscano, A.; Rodríguez Vidal, J.; Cáceres, L. M.; Pozo, M.; Carretero, M. I. & García, E. X. 2010. Evidencias de depredación en ostrácodos holocenos del Parque Nacional de Doñana (SO de España). *Revista Española de Micropaleontología* 42 (2): 267-273.
- Ruiz, F.; Abad, M.; González-Regalado, M. L.; Tosquella, J.; García, E. X.; Toscano, A.; Muñoz, A. & Pendón, J. G. 2011. Predation on recent marine ostracod populations of southwestern Spain. *Ameghiniana* 48 (1): 113-121.
- Ruiz, F.; Abad, M.; Bodergat, A. M.; Carbonel, P.; Rodríguez-Lázaro, J.; González-Regalado, M. L.; Toscano, A.; García, E. X. & Prenda, J. 2013. Freshwater ostracods as environmental tracers. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 10: 1115-1128.

- Saussure, H. de. 1858. *Mémoire sur divers crustacées nouveaux des Antilles et du Mexique*. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève 14: 417-496.
- Schwalb, A.; Burns, S. J.; Cusminsky, G. C.; Kelts, K. & Markgraf, V. 2002. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 187: 323-339.
- Ecología para todos. 1998.. Serie de cartillas de divulgación y apoyo didáctico, N° 6. Subsecretaría de ecología del gobierno de La Pampa,
- Vázquez Silva, G.; Castro Mejía, G.; González Mora, I.; Pérez Rodríguez, R. & Castro Barrera, T. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *ContactoS* (60):41-47.
- Vignatti, A.; Echaniz, S. & Martín, M. C. 2007. El zooplancton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (Argentina). *Gayana* 71(1): 34-48.
- Vignatti, A.; Festa, R.; Cabrera, G. & Echaniz, S. 2012. Comparación luego de una década de parámetros limnológicos, riqueza y abundancia del zooplancton de una laguna salina de la provincia de La Pampa. *BioScriba* 5(1): 23-35.
- Zapperi, G. M. 2015. Estructura y funciones ecológicas de las comunidades bentónicas en planicies de marea de la zona interna del estuario de Bahía Blanca. Tesis doctoral Universidad Nacional del Sur. Pags. 141. Trabajo inédito.