



**TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADA EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Caracterización de la comunidad de
anfípodos en pozas intermareales, Bahía
Collins, Antártida**

Belén Ocampo

Orientadora: Ana Verdi
Co-orientadora: Analisa Waller

2020

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 3 |
| 1.Introducción | 4 |
| 1.1. La Antártida | 4 |
| 1.2. Pozas intermareales | 5 |
| 1.3. Los anfípodos | 5 |
| 1.4. Importancia de los anfípodos | 8 |
| 1.5. Antecedentes | 8 |
| 1.6. Objetivos | 9 |
| 2. Materiales y métodos | 9 |
| 2.1 Área de estudio | 9 |
| 2.2. Trabajo de laboratorio | 10 |
| 2.3 Análisis de datos | 11 |
| 2.3.1. Índices de diversidad | 11 |
| 2.3.2. Estimadores de riqueza | 12 |
| 3. Resultados | 13 |
| 3.1. Composición taxonómica | 13 |
| 3.3. Estructura poblacional | 16 |
| 3.4. Parámetros fisicoquímicos | 19 |
| 4. Discusión | 20 |
| 5. Conclusiones y perspectivas a futuro | 22 |
| 6. Agradecimientos | 24 |
| 7. Bibliografía | 24 |

Resumen

1.Introducción

1.1. La Antártida

La Antártida es un continente distinto al resto, con características climáticas extremas, por lo cual podría considerarse un ambiente hostil para la vida. Se encuentra constantemente azotado por tormentas, es sumamente seco y en verano, en las zonas costeras, la temperatura ronda los 0°C (Sánchez, 2007). Allí, además, se dan períodos de luz y oscuridad que abarcan meses. En cuanto al ambiente marino costero, este presenta temperaturas que rondan los 1.9 °C y una salinidad variable a lo largo del año debido a la formación y a la fusión del hielo. A pesar de esto, alberga una gran riqueza, y existen varias razones. Por un lado, las aguas frías de la Antártida son muy ricas en nutrientes; durante los meses cálidos, la acción del deshielo aporta una gran cantidad de minerales terrestres, favoreciendo la producción de fitoplancton en la costa (Forcada, 2007), y a la vez, de zooplancton. Por otro lado se encuentra la estabilidad ambiental; a pesar de ser aguas de temperaturas muy bajas, estas se mantienen relativamente estables a lo largo de todo el año. Las causas de esto son el aislamiento que generan la corriente circumpolar antártica, la convergencia antártica y las grandes profundidades (White, 1984). El continente antártico es, en comparación al resto del planeta, un lugar prístino y un ecosistema muy sensible (Battaglia et al., 1997), siendo la península antártica la región que se calienta a mayor velocidad en respuesta al cambio climático (Turner et al. 2005, Steig et al. 2009, Rückamp et al. 2011). En las últimas décadas, la temperatura superficial del mar de verano en esta zona ha aumentado 1

°C (unas 10 veces más que el resto del planeta) (Vaughan et al., 2003; Meredith & King, 2005). Las Islas Shetland del Sur presentan una ubicación geográfica especial debido a su fragilidad frente a estos efectos, y por lo tanto los estudios de las comunidades faunísticas que allí habitan son relevantes para estimar la tasa y dirección de los cambios ambientales y ecológicos en el tiempo (Piñeiro et al., 2012).

1.2. Pozas intermareales

En la zona intermareal de la costa antártica existen microambientes llamados pozas de marea. Estas son más comunes en costas marinas, aunque pueden encontrarse también asociadas a cuerpos de agua dulce. Están determinadas por la erosión de las olas y la acción de las mareas (Goddard, 2006); en periodos de pleamar, las pozas se encuentran cubiertas en su totalidad, y en bajamar el agua se retira, quedando estancada en estas depresiones. Esta última situación provoca una intermitencia en la exposición solar y eólica, variando entonces la temperatura, oxígeno y salinidad del agua, y por lo tanto se considera un ambiente extremo (Saavedra-Sotelo, 2002). Debido a que son sitios estables por breves lapsos de tiempo, son un hábitat temporal para diversos organismos (Yonge, 1949) los cuales deben poder adaptarse a las fluctuaciones, y las plantas, en particular, deben ser resistentes a la desecación (Argüelles, 2004). Otro factor limitante en este tipo de ambientes es el riesgo de depredación, por albergar variedad de organismos y ser de fácil acceso. Aun así, algunos seres vivos toleran estas condiciones, como los líquenes, moluscos, equinodermos y crustáceos. Estos últimos ocupan la mayor parte de la comunidad que habita allí, siendo los anfípodos el grupo más numeroso (De Broyer & Jazdzewski, 1996).

1.3. Los anfípodos

Los anfípodos pertenecen al subfilo Crustacea, clase Malacostraca, y superorden Peracarida.

Existen más de 9600 especies de anfípodos (Horton et al., 2013), lo que lo convierte en el grupo de crustáceos más diverso, luego de los decápodos y los isópodos (Brusca & Brusca, 2003). Se distribuyen principalmente en ambientes marinos con algunas especies de agua dulce y unas pocas de ambientes semiterrestres (Thiel & Hinojosa, 2009). En los océanos australes, se registró la existencia de 815 especies, de las cuales 407 se encuentran en la región subantártica y 536 en la región antártica, (De Broyer et al., 2007) y habitan desde las zonas intermareales hasta las hadales. En el intermareal se encuentra el 90% de las especies, y estas han ocupado el nicho ecológico dejado por los decápodos lo que se refleja en su gran abundancia, biomasa y riqueza (Zeidler & De Broyer, 2009). Los anfípodos bentónicos viven en una gran variedad de hábitats, ya sean con fondos blandos o duros, de conchilla o arrecifes de coral.

Son de pequeño tamaño, midiendo desde 1 mm hasta 20 mm, excepcionalmente. En ambientes polares y aguas muy profundas se han encontrado ejemplares con tamaños mayores a 20 cm (Thiel & Hinojosa, 2009). El cuerpo se encuentra comprimido lateralmente, con ausencia de caparazón, y se divide en cefalon, pereion y pleon. El cefalon consta de uno o dos segmentos del pereion, y ventralmente se encuentran las piezas bucales; un par de mandíbulas y una zona molar adaptada al tipo de alimentación. Poseen dos pares de maxilas y un par de maxilípedos de mayor tamaño que se corresponden con el primer par de pereiópodos. El cefalón tiene una proyección dorsal denominada rostro con dos pares de antenas bien desarrolladas, denominándose anténulas las que se encuentran posteriormente. En algunas especies, anténulas y antenas están más desarrolladas en machos que en hembras. La mayoría de los anfípodos poseen un par de ojos, algunos pocos cuentan con dos o tres pares, y en otros no se distinguen o se encuentran fusionados dorsalmente. Cada uno de los 7 segmentos del pereion lleva un par de pereiópodos, y los dos primeros suelen ser de mayor tamaño, denominándose gnatópodos. Estos apéndices suelen ser más grandes que el resto de los pereiópodos y en muchas familias determinan un considerable dimorfismo sexual. El resto de los pereiópodos son locomotores y los tres últimos están dirigidos hacia atrás. Las placas coxales son redondeadas o cuadrangulares y las 4 primeras son más grandes y se encuentran solapadas entre sí. El resto de las placas suelen

decrecer en tamaño. El pleon cuenta con 6 segmentos llamados pleonitos y cada uno tiene su respectivo apéndice birramo. Los tres primeros pleonitos tienen expansiones laterales, denominadas placas epimerales, y los tres últimos conforman el urosoma. Estos tienen los apéndices dirigidos hacia atrás y se denominan urópodos. En el extremo posterior se diferencia el telson (Fig. 1) (Mazé, 2015).

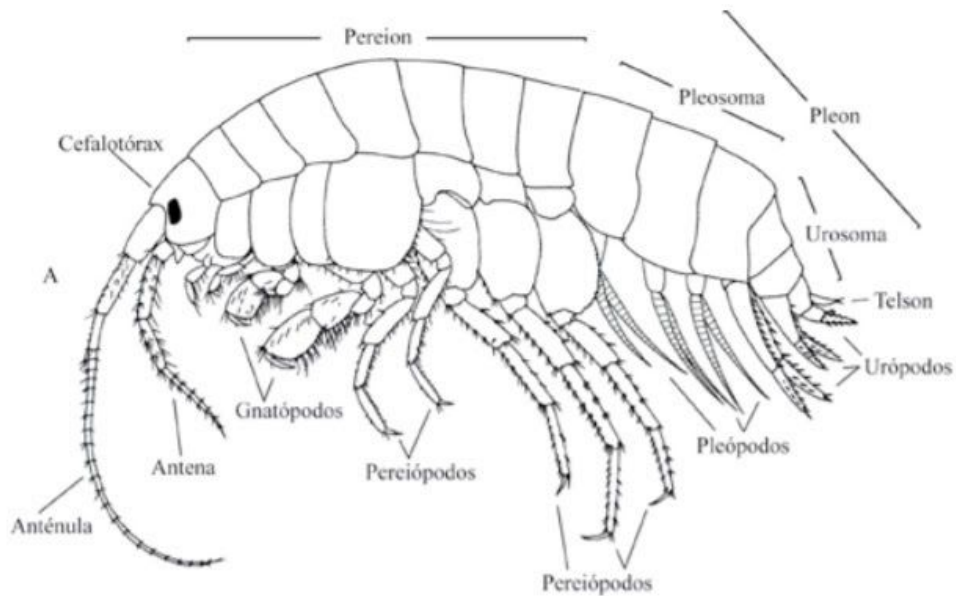


Figura 1. Morfología básica de un anfípodo gammarideo (modificado de Bousfield, 1973).

En cuanto a su dieta, se alimentan de varias fuentes, que van desde materia en suspensión hasta otros animales o carroña, e incluso algunos anfípodos son ectoparásitos de peces y tortugas marinas (Bousfield, 1987; Margolis et al., 2000).

Son además una fuente de comida indispensable para otros animales como aves y peces (Thiel & Hinojosa, 2009; Baeza-Rojano, 2013). Esta es probablemente una de las razones por la cual ha existido una gran radiación de estos crustáceos, y se han formado tantos grupos tróficos en aguas antárticas (Jazdzewski et al. 1996; Dauby et al. 2001; De Broyer et al. 2001).

La gran mayoría de los anfípodos poseen sexos separados y su biología reproductiva se caracteriza por un desarrollo directo de las crías y fecundación externa. Las hembras presentan en el pereion un par de ovarios en forma de tubos que se continúan en oviductos, los cuales finalizan en gonoporos que se abren al exterior ventralmente en el quinto pereionito (Kaestner, 1970; Bellan-Santini, 1999).

Por otra parte, los machos poseen dos papilas genitales en el séptimo segmento del pereión y a través de ellas expulsan los espermatozoides durante la cópula, la cual ocurre luego de un abrazo por parte del macho. Además, pueden esconder a las hembras hasta que se vuelvan sexualmente receptivas. Mientras tanto buscan vigilarlas y alejarlas de otros machos con todos sus medios (Thiel & Hinojosa, 2009). Las hembras presentan un conjunto de láminas foliáceas superpuestas (oostegitos) que surgen del lado interno de las placas coxales. Cuando son jóvenes estas láminas son pequeñas y al madurar completamente en la muda previa al apareamiento, aumentan su tamaño y sedosidad, formándose una cámara incubadora o marsupio (Thiel & Hinojosa, 2009). A partir de ese momento la hembra puede expulsar los huevos por sus poros genitales, y el macho tiene desde algunos minutos a un par de horas para fertilizarlos (Birkhead & Clarkson, 1980; Borowsky, 1985, 1988).

1.4. Importancia de los anfípodos

Los anfípodos cumplen un papel muy importante en la estructura de la comunidad bentónica, y en el flujo de energía y materia de las cadenas tróficas por los modos de alimentación mencionados anteriormente (Thiel & Hinojosa, 2009). También son un componente relevante del ecosistema de las aguas subterráneas (Holsinger, 1993).

Debido a su alta abundancia, biomasa y diversidad, y a que son sensibles a alteraciones ambientales, son un buen indicador del estado del ambiente acuático, pudiéndose utilizar en estudios ecotoxicológicos sobre distintos contaminantes, así como en el seguimiento del grado de contaminación de costas (Bonsdorff, 1984; Conradi et al., 1997; Sánchez, Moyano & García-Gómez, 1998; Gómez-Gesteira & Dauvin, 2000; Baeza-Rojano, 2013; Jimenez-Prada et al., 2015). En estudios previos se ha demostrado la sensibilidad de estos a la acidificación del océano, asociada a una mortalidad significativa (Musko et al., 1990; Taylor et al., 1994; Basallote et al., 2014; Goulding et al., 2017).

1.5. Antecedentes

Los anfípodos del océano austral han sido descritos desde el comienzo de la exploración antártica en la segunda mitad del siglo XIX. A pesar de esto en las islas Shetland del Sur sólo existen estudios para la Bahía Maxwell (Rauschert 1989, 1990, 1991, 1994, 1997; Ren & Huang 1991; Rauschert & Andres 1993, 1994), la Bahía Admiralty (Pudlarz, 2000) y la Bahía Marian (Kim et al., 2014), siendo este el primer trabajo que se realiza en la Bahía Collins.

1.6. Objetivos

Objetivo general:

Caracterizar la composición de la comunidad de Amphipoda de las pozas intermareales de la Bahía Collins y establecer la estructura y dinámica poblacional.

Objetivos específicos:

- Determinar la diversidad alfa.
- Caracterizar la estructura poblacional de las especies más representativas.
- Relacionar los parámetros ecológicos de la comunidad de acuerdo a la temperatura, salinidad, conductividad y oxígeno.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

Se trabajó con muestras recolectadas durante las campañas antárticas de febrero y marzo de 2013 y 2015, llevadas a cabo en Punta Catedral, Bahía Collins, en inmediaciones de la Base Científica Antártica Artigas (62° 11'04'' S; 58° 51'07'' W) (Figura 2 y 3).



Figura 2. Zona de estudio: Punta Catedral, Isla Rey Jorge, Antártida.



Figura 3. Poza intermareal en zona de estudio.

2.2. Trabajo de laboratorio

Se trabajó con ejemplares previamente identificados.

Los ejemplares se conservaron en alcohol 70% y se colocaron en placas de petri para su posterior conteo y observación al microscopio estereoscópico.

Se clasificaron en las siguientes categorías siguiendo la metodología de Prato & Biandolino (2003):

- Machos: individuos con papilas genitales en la parte ventral del séptimo pereionito.
- Hembras: individuos con oostegitos.
- Hembras ovígeras: individuos con huevos en el marsupio.
- Juveniles: individuos sin dimorfismo sexual acentuado y con menor tamaño que la hembra ovígera más pequeña.

A todos los individuos se les midió el largo del cefalotórax (LC) desde el margen anterior del rostro hasta la base del telson. A las hembras ovígeras se les contó el número de huevos.

2.3 Análisis de datos

Para caracterizar las especies más representativas, se calcularon los tamaños mínimos y máximos con las medias y sus respectivos desvíos estándar. Se realizaron histogramas de frecuencia por clases de tamaño. Para comparar las medidas (LC) entre los machos y hembras, en presencia de datos paramétricos se utilizó ANOVA y para datos no paramétricos se utilizó Mann Whitney. La proporción sexual fue comparada, empleando el test de Chi-cuadrado, con una hipotética relación de 1:1 (Sokal & Rohlf, 1998), siendo expresada como el número total de individuos machos adultos por el número total de hembras adultas, exceptuando las hembras ovígeras. De acuerdo a Castiglioni (2007) la proporción sexual se basa en la cantidad de machos y de hembras que estén aptos para reproducirse en una población en un momento dado.

Se aplicó el test de Student para verificar la existencia de diferencias entre los datos fisicoquímicos entre los años de muestreo y el coeficiente de correlación de Spearman (RS) se utilizó para identificar la relación entre la abundancia de las especies más representativas y los parámetros ambientales.

2.3.1. Índices de diversidad

Se calcularon los siguientes índices:

- Shannon-Wiener: es uno de los índices más utilizados para cuantificar la riqueza específica, e indica qué tan heterogénea es una comunidad, teniendo en cuenta dos factores; el número de especies que existe en la muestra y su abundancia relativa.

Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir qué especie será extraída al seleccionar un individuo al azar de la muestra (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev & Penev, 1995). En la práctica, para comunidades biológicas H' suele estar entre 1,5 y 3,5, y raramente excede 5.0 (Washington, 1984).

-Simpson: se utiliza para hallar la probabilidad de al extraer al azar dos individuos de la misma muestra, estos sean de la misma especie. Toma valores entre 0 y $(1-1/S)$, siendo 0 un valor de baja diversidad y $(1-1/S)$ la máxima diversidad (Peet, 1974; Magurran, 1988).

-Pielou: compara la proporción de diversidad observada con la diversidad máxima esperada. El valor resultante varía de 0 a 1, donde 1 significa que todas las especies son igual de abundantes (Magurran, 1988).

2.3.2. Estimadores de riqueza

Para evaluar el número total esperado de especies en la zona se utilizaron los modelos de estimación de riqueza Chao2 y Jackknife de primer orden (Jack 1) (Magurran 1989, Moreno 2001).

El índice Jackknife 1 se utiliza para reducir el sesgo de los valores estimados. En este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden $1/m$ (Krebs, 1989; Palmer, 1990).

Chao2 calcula el valor estimado de especies relacionando el número de especies que ocurren una sola vez en una muestra, y el número de especies que son compartidas en ambas muestras. Es un análisis riguroso y poco sesgado en el caso donde las muestras son pequeñas.

Las curvas de rarefacción son utilizadas cuando las muestras tienen tamaño diferente, y estima el número esperado de especies por muestra cuando estas se igualan. Es decir, se reduce el número de la muestra mayor para emparejarla con la menor.

Las asociaciones entre la estructura de la comunidad y las variables ambientales se exploraron mediante un análisis de correspondencia canónica (ACC).

Los análisis estadísticos fueron realizados con los programas Past (Hammer et al., 2001) y Bio Diversity Pro 2 (McAleece et al., 1997).

3. Resultados

3.1. Composición taxonómica

Se registró un total de 929 anfípodos gammarideos, pertenecientes a 13 especies y 5 familias (Tabla 1): *Lysianassidae*, *Amphilochidae*, *Pontogeneiidae*, *Sthenotoidea* y *Dexaminiidae*. Solamente las especies *Cherimedon femoratus*, *Gondogeneia antarctica* y *Eurymera sp. 2*, fueron registradas para ambos años. Las demás especies sólo fueron recolectadas para uno u otro año. Las especies más abundantes fueron *Cherimedon femoratus* (291 individuos) seguida por *Gondogeneia antarctica* (275 individuos) y *Prostebbingia sp.* (145 individuos). Para el año 2013 se registró la presencia de 7 especies y las más abundantes fueron *Gondogeneia antarctica*, seguida de *Gondogeneia sp.* y *Cherimedon femoratus* (Fig. 4). En el año 2015 se encontraron 9 especies y las más abundantes fueron *Cherimedon femoratus*, seguida de *Prostebbingia sp.*, y de *Gondogeneia antarctica* (Tabla 1).

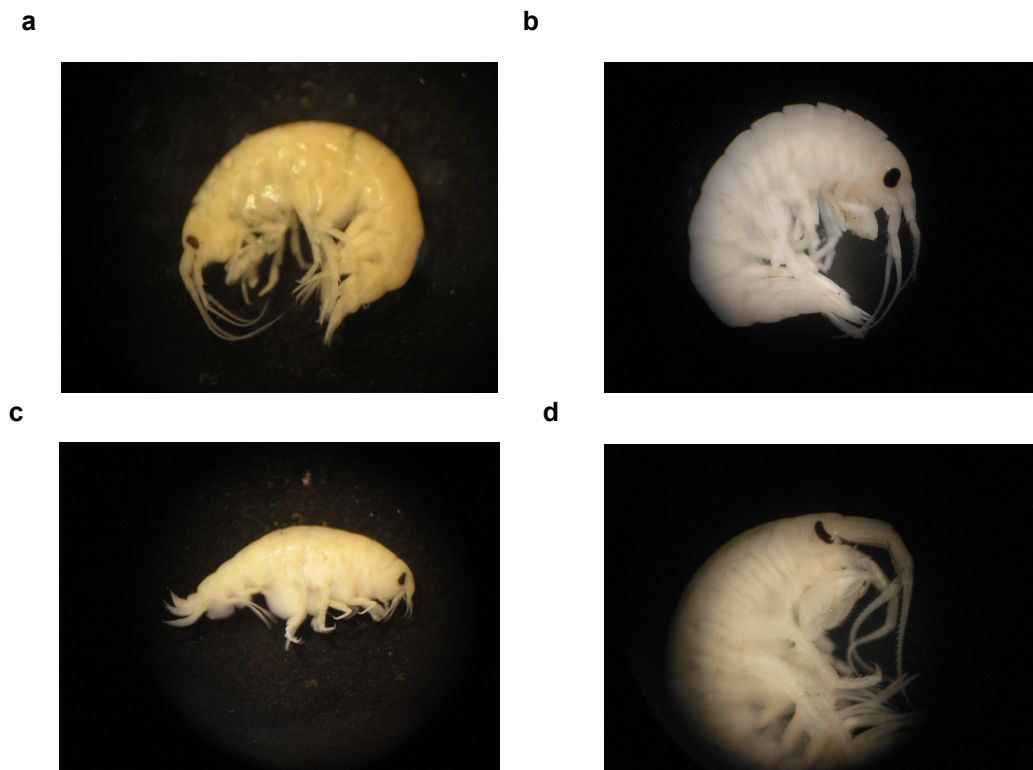


Figura 4. a) *Gondogeneia antarctica*, b) *Gondogeneia sp.*, c) *Cheirimedon femoratus*, d) *Prostebbingia sp.*

Tabla 1. Abundancias absolutas y relativas para los taxa muestreados

| Familia | Especie | Abundancia absoluta 2013 (nº de individuos) | Abundancia relativa 2013 (%) | Abundancia absoluta 2015 (nº de individuos) | Abundancia relativa 2015 (%) | Total de individuos |
|-----------------------|-------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| <i>Lyssianasidae</i> | Morfo 1 | 16 | 3,32 | 0 | 0 | |
| | <i>Cheirimedon femoratus</i> | 94 | 19,46 | 197 | 44,17 | |
| | <i>Orchomenella sp.</i> | 0 | 0 | 1 | 0,22 | |
| <i>Amphilochidae</i> | Morfo 1 | 1 | 0,21 | 0 | 0 | |
| <i>Sthenotoidae</i> | Morfo 1 | 0 | 0 | 1 | 0,22 | |
| | Morfo 2 | 0 | 0 | 1 | 0,22 | |
| <i>Pontogeneiidae</i> | <i>Gondogeneia antarctica</i> | 210 | 43,48 | 65 | 14,57 | |
| | <i>Gondogeneia sp.</i> | 141 | 29,2 | 0 | 0 | |
| | <i>Prostebbingia sp.</i> | 0 | 0 | 145 | 34,68 | |
| | <i>Eurymera monticulosa</i> | 0 | 0 | 3 | 0,67 | |
| | <i>Eurymera sp.1</i> | 1 | 0,21 | 0 | 0 | |
| | <i>Eurymera sp. 2</i> | 20 | 4,14 | 1 | 0,22 | |
| <i>Dexaminidae</i> | Morfo 1 | 0 | 0 | 1 | 0,22 | |
| | Total | 483 | | 415 | | 929 |

3.2. Diversidad alfa

La riqueza está representada por 13 taxa. El valor del índice de Shannon-Wiener indica una diversidad baja, mientras que la dominancia (1-D) es alta y la equitatividad (J) media (Tabla 2).

Tabla 2. Índices de diversidad alfa.

| Índices de diversidad alfa | |
|--------------------------------|--------|
| Riqueza (S) | 13 |
| Total de individuos | 929 |
| Shannon Wiener (H' log base10) | 1,544 |
| Simpson (1-D) | 0,7545 |
| Pielou (equidad) | 0,6018 |

Los estimadores de riqueza utilizados resultaron en valores idénticos al número de especies observado (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de riqueza Jacknife1 y Chao 2 para la muestra total.

| Índice de riqueza | | |
|-------------------|-----------|----------|
| | Observado | Estimado |
| Jacknife1 | 13 | 13 |
| Chao2 | 13 | 13 |

En las curvas de rarefacción, las tendencias en ambos años difieren; en el año 2013 la curva se estabiliza más rápidamente, es decir, con menor esfuerzo de muestreo. (Figura 5).

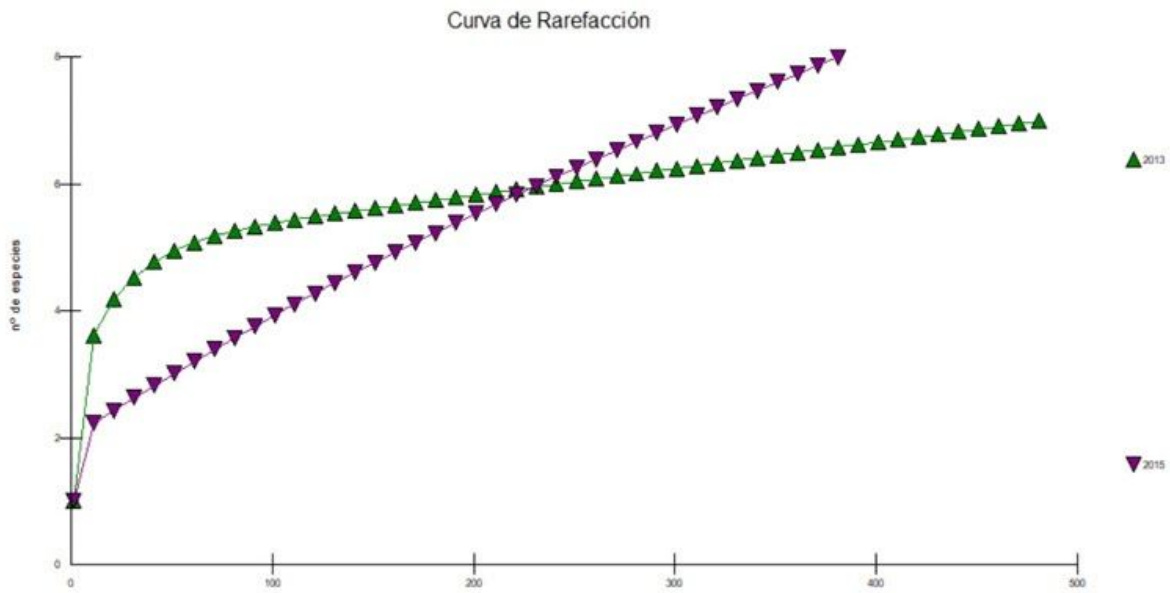


Figura 5. Curvas de rarefacción para los años 2013 (verde) y 2015 (violeta).

3.3. Estructura poblacional

En cuanto a la estructura etárea se encontró una predominancia de adultos sobre juveniles, excepto en *Cheirimedon femoratus*. La especie en la que vio una mayor diferencia fue *Gondogeneia sp.*, con más de 100 individuos adultos y 28 juveniles (Figura 6).

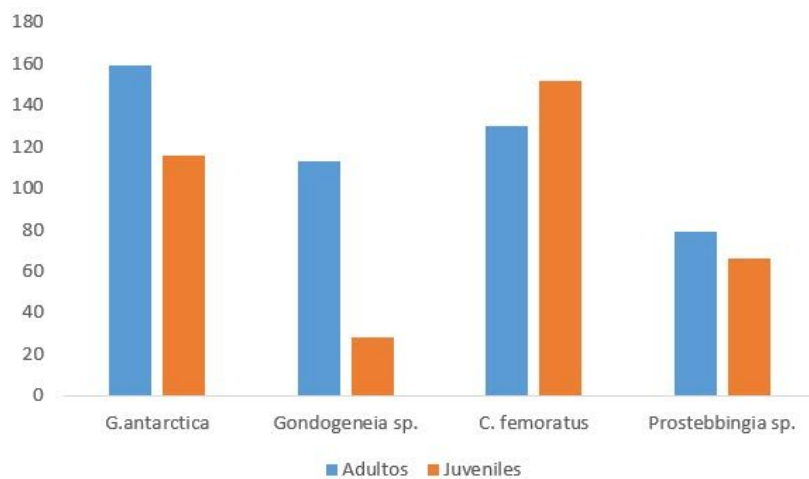


Figura 6. Estructura etárea de los taxa más representativos.

Del total de hembras contabilizadas, el 1,5% correspondió a hembras ovígeras (Fig. 7). La cantidad de huevos varió según la especie como se observa en la tabla 4.

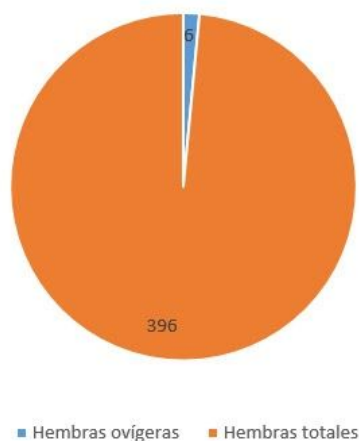


Figura 7. Proporción de hembras ovígeras

Tabla 4. N° de hembras ovígeras y cantidad de huevos.

| | N° de hembras ovígeras | N° de huevos |
|-------------------------------|------------------------|--------------|
| <i>Prostebbingia sp.</i> | 2 | 39-32 |
| <i>Gondogeneia antarctica</i> | 1 | 26 |
| <i>Amphilochidae</i> | 1 | 9 |
| <i>Eurymera sp. 2</i> | 2 | 30-41 |

La proporción entre el número de machos y el número de hembras analizados presentó resultados variados entre las especies estudiadas. En *G. antarctica*, *C. femoratus* y *Prostebbingia sp.* se observaron diferencias significativas en la proporción de sexos a favor de las hembras mientras que en *Gondogeneia sp.*, no se observaron diferencias significativas (Tabla 5).

Tabla 5. Test de Chi cuadrado para las especies más representativas.

| | Hembras | %Hembras | Machos | %Machos | χ^2 | p-valor |
|-------------------------------|---------|----------|--------|---------|----------|---------|
| <i>Gondogeneia antarctica</i> | 132 | 83,02 | 27 | 16,98 | 69,33 | 0,001 |
| <i>Gondogeneia sp.</i> | 66 | 58,41 | 47 | 41,59 | 3,19 | 0,1 |
| <i>Cheirimedon femoratus</i> | 111 | 85,38 | 19 | 14,61 | 65,1 | 0,01 |
| <i>Prostebbingia sp.</i> | 62 | 78,48 | 17 | 21,52 | 25,6 | 0,01 |

Las hembras presentaron mayores tamaños que los machos en todas las especies (Fig. 8). La especie que alcanzó mayor talla fue *C. femoratus* donde el rango del largo de cefalotórax de las hembras fue entre 6,3-15,5 mm, mientras que para los machos estuvo comprendido entre 7,8-10 mm con diferencias significativas ($F=17,04$; $p<0,05$). Para los juveniles fue entre 1,1-12,9 mm. Le siguió *Gondogeneia sp.*, con un rango de LC para las hembras entre 6-14,6 mm, y para los machos entre 4,8-12,3 mm con diferencias significativas ($U= 934,5$; $p<0,05$). Los juveniles tuvieron medidas entre 4-8,2 mm. Para *G. antarctica* el rango del ancho de cefalotórax de las hembras estuvo comprendido entre 4,2-14,3 mm mientras que para los machos fue entre 4,4 -9,5 mm con diferencias significativas ($U= 759,5$; $p<0,05$). Los juveniles por su parte midieron entre 2,2-8,5 mm. *Prostebbingia sp.*, presentó el menor tamaño, siendo el rango del LC de las hembras entre 5,2-10,8 mm y para los machos entre 2,3-5,3 mm con diferencias significativas ($U=1$; $p<0,05$). Para los juveniles el rango fue 1,2-5,8 mm.

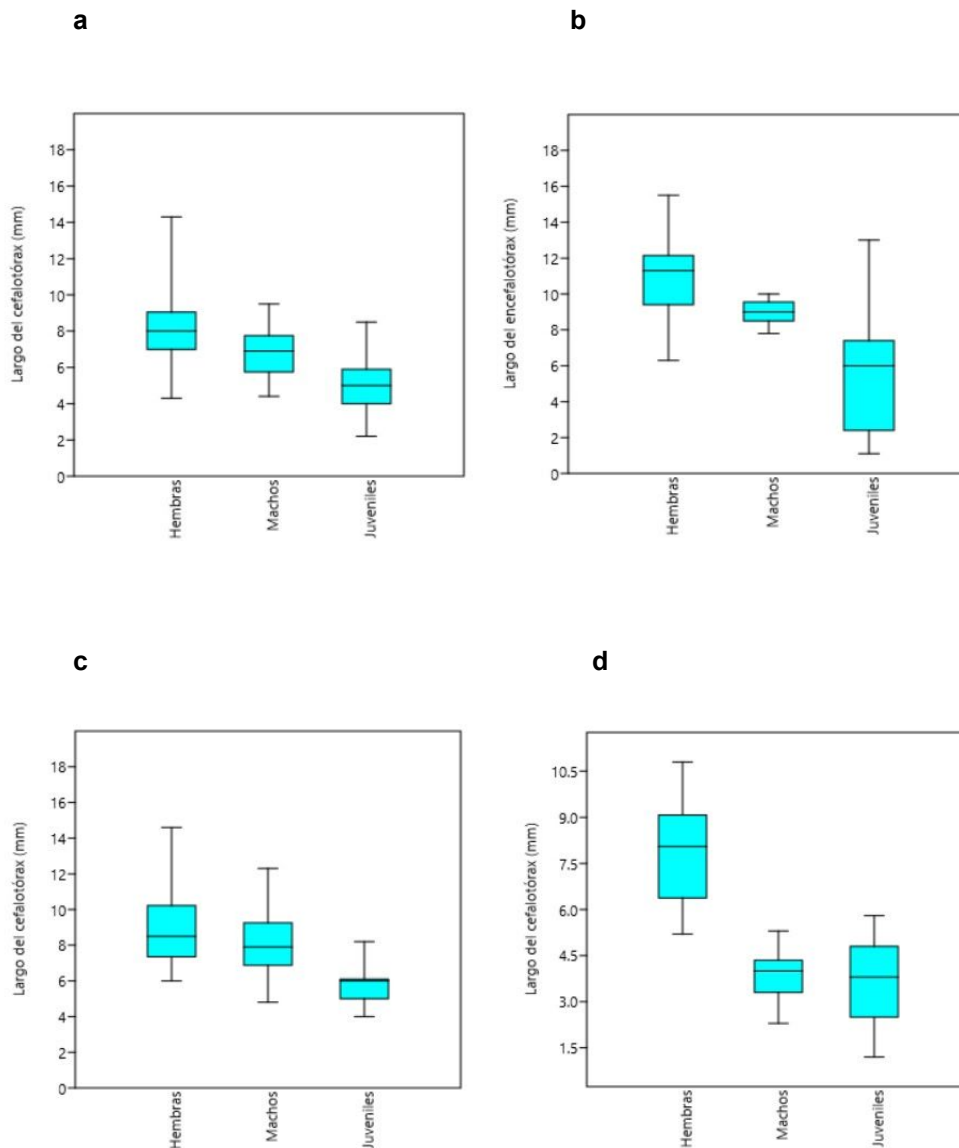


Fig. 8. Medidas de cefalotórax por edades de *Gondogeneia antarctica* (a), *Cheirimedon femoratus* (b), *Gondogeneia sp.* (c), *Prostebbingia sp.* (d).

3.4. Parámetros fisicoquímicos

En la Tabla 6 se presentan los parámetros fisicoquímicos registrados.

La temperatura y conductividad fueron superiores en el año 2015, mientras que la salinidad lo fue en el 2013. A pesar de esto el test de Student (t) demostró que no existen diferencias significativas entre ningún parámetro en los dos años (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos registrados en 2013 y 2015.

| | 2013 | 2015 | t | p |
|----------|-------|-------|--------|-------|
| T (°C) | 4,75 | 4,95 | -0,5 | 0,705 |
| S (ppm) | 28,8 | 26,9 | -0,053 | 0,967 |
| O (mg/L) | 17,1 | 28,07 | -1,245 | 0,431 |
| C (US) | 46,22 | 42,72 | -0,017 | 0,989 |

De acuerdo al índice de correlación de Pearson *Gondogeneia antarctica* y *Gondogeneia sp.* se relacionan positivamente con la salinidad (RS= 0,89, p = 0,03), (RS= 0,46, p = 0,04) y la conductividad (RS= 0,61, p = 0,04), (RS= 0,35, p = 0,04) y negativamente con la temperatura (RS= -0,89, p = 0,01) y (RS= -0,44, p = 0,05) y el oxígeno (RS= -0,88 p = 0,03) ,(RS= -0,45, p = 0,01). *Cheirimedon femoratus*, se correlaciona en forma negativamente con todas las variables, temperatura (RS= -0,44, p = 0,05), salinidad (RS= -0,46, p = 0,04), conductividad (RS= -0,80, p = 0,04) y oxígeno (RS= -0,45, p = 0,03).

4. Discusión

Se presenta el primer registro de la comunidad de anfípodos para la Bahía Collins, en las inmediaciones de la Base Antártica Artigas. La comunidad se encuentra formada por 13 taxones pertenecientes a 5 familias siendo las especies *Cheirimedon femoratus*, *Gondogeneia antarctica*, *Gondogeneia sp.* y *Prostebbingia sp.* las más abundantes. Esto coincide con lo registrado por Jazdzewski y colaboradores (2001) para la Bahía Admiralty y por Kim y colaboradores (2014) para la bahía Marian, ambas en en la Isla Rey Jorge.

En relación a la abundancia de estas especies, se sabe que una alta radiación está relacionada con un alto nivel de endemismo, y se estima que el 95% de las especies de anfípodos antárticos son endémicas (White 1984). Dentro de estas se encuentran *Gondogeneia antarctica* y *Cheirimedon femoratus* (Lowry et al., 2007).

La baja diversidad dada por el índice de Shannon- Wiener se debe a la dominancia de las especies *Gondogeneia antarctica*, *Cheirimedon femoratus* y *Prostebbingia sp.*, causando una baja equitatividad. La alta dominancia de estas tres especies podría

estar relacionada con sus hábitos alimenticios. *G. antarctica* es herbívora, y en primavera y verano existe una gran densidad de algas de las que se alimenta (Zieliriski 1981,1990). Por su parte, la alta abundancia de *C. femoratus* puede deberse a que encuentra alimento fácilmente gracias a sus hábitos omnívoros y detritívoros. Esta especie también se alimenta de *G. antarctica* (Momo, 1995). Se ha observado que especies pertenecientes al género *Prostebbingia*, como *Prostebbingia gracilis* poseen hábitos herbívoros, alimentándose principalmente del alga *Desmarestia*, la cual se suele encontrar en la aguas antárticas (Jazdzewski et al., 1991). Las macroalgas en general son muy abundantes en los alrededores de la península antártica (Neushul, 1965; Amsler et al., 1995; Brouwer et al., 1995; Quartino et al., 2001). A su vez, *G. antarctica* se encuentra asociada a diversos sustratos como barro, arena, grava y rocas pequeñas, lo que también podría explicar su alta abundancia (Huang et al., 2006).

Las curvas de rarefacción muestran tendencias distintas para cada año. Para el 2013 la curva tiende a estabilizarse, mientras que para el 2015 el gráfico muestra una pendiente positiva, por lo tanto si se aumentara el número de muestreos se podría encontrar nuevas especies. El estimador Chao 2 evidenció que se muestreó el 75% de las especies presentes, mientras que el Jacknife 1, el 77%.

En cuanto a la estructura poblacional, Momo (1995) observó que *G. antarctica* tiene dos eventos reproductivos en el año, uno a fines de febrero y otro a fines de septiembre. Esto podría explicar la alta abundancia de juveniles de esta y la escasez de hembras ovígeras en la muestra; estas debían ser las últimas que restaban por desovar. Además, los juveniles poseen fototaxia positiva (ascienden en la columna de agua cuando eclosionan) (Gruzov, 1977; Sagar, 1980), lo que puede causar que sea más fácil estancarse en las pozas al subir y bajar la marea.

Para *C. femoratus*, no se encontraron hembras ovígeras pero sí un alto número de juveniles. Las hembras en esta especie desovan normalmente entre agosto y diciembre, por lo que los juveniles encontrados podrían pertenecer a la última camada, ya que en el año siguiente a ser liberados, los juveniles crecen entre 2 y 3 mm. Según Bregazzi (1972), tanto hembras como machos demoran aproximadamente 2 años en alcanzar la madurez.

En todos los taxa muestreados, la proporción sexual se encontró dominada por el número de hembras. En el caso de *C. femoratus* puede deberse a que las hembras tardan más en llegar a la madurez sexual y tienen mayor longevidad que los machos (Bregazzi, 1972). Esto se ha confirmado también en otras especies como *Orchomene plebs* en el Mar de Ross (Rakusa-Suszczewski, 1982), y *Eusirus perdentatus* en el Mar de Weddell (Klages, 1993).

Bernard Sainte-Marie (1991) observó que en los anfípodos antárticos de la superfamilia Lysianassidae,6 donde pertenece *C. femoratus*, las hembras fueron más grandes que los machos en el 94% de los casos. En *Bovallia gigantea*, ambos sexos crecen a un ritmo similar hasta que llegan a los 17-20 mm, y luego los machos muestran un crecimiento más lento que las hembras; estos llegan a medir 26 mm aproximadamente, y las hembras pueden alcanzar los 40 mm, a la edad aproximada de 40 meses. Estas incluso pueden llegar a 45 mm en el momento previo a la muda (Bone, 1972). Además, se ha descubierto que en *Gammarus lawrencianus* se da un bajo crecimiento de los machos cuando se están reproduciendo, ya que al momento del amplexo si bien deben utilizar energía para sostener a la hembra, el mayor costo se da por la reducción en su consumo de alimento (Robinson & Doyle, 1985).

La relación positiva con la salinidad y negativa con la temperatura de *Gondogeneia antarctica* concuerda con lo observado por Gómez y colaboradores (2013) y Vargas-Chacoff (2018). Muestra una sensibilidad al aumento de la temperatura, por lo que es esperable que en los próximos años ocurra un cambio en la estructura de esta población.

5. Conclusiones y perspectivas a futuro

Se realiza el primer estudio sobre la comunidad de anfípodos en la bahía Collins en la Isla Rey Jorge, Antártida. Se encontraron 929 anfípodos pertenecientes a 13 especies, la cual se consideró una diversidad baja. De estas especies, 4 fueron significativamente más abundantes que los demás; *Gondogeneia antarctica*, *Gondogeneia sp.*, *Cheirimedon femoratus* y *Prostebbingia sp.* Esto explica un índice de dominancia alto y un índice de equitatividad bajo. Este resultado fue similar a

otros estudios realizados en la isla, específicamente en las Bahías Marian y Admiralty.

La abundancia de dichas especies puede relacionarse con sus hábitos alimentarios y al endemismo de algunas de estas.

Los estimadores de riqueza y las curvas de rarefacción indican que de realizarse un muestreo más exhaustivo, se podría encontrar mayor cantidad de especies.

La abundancia de juveniles y escasez (y ausencia) de hembras ovígeras encontradas podría deberse a que en los últimos meses del año suelen eclosionar los juveniles de los huevos. Estos fueron los encontrados en el muestreo, junto a las pocas hembras que restaban por desovar.

La dominancia de hembras sobre machos en todos los taxa podría ser causada por la mayor longevidad de estas.

En todos los taxa, las hembras resultaron, en promedio, más grandes que los machos, lo que se ha encontrado en estudios anteriores para la superfamilia *Lyssianasidae* y la especie *Bovallia gigantea*. Este resultado quizá se deba a que las hembras suelen crecer mucho antes de la muda, y a que los machos al momento del amplexo invierten energía en el agarre de la hembra y disminuyen en gran medida su ingesta de alimento.

La abundancia de *Gondogeneia sp.*, y *Gondogeneia antarctica* se relaciona positivamente con la salinidad, y negativamente con la temperatura y el oxígeno. Por otra parte, la abundancia de *Cheirimedon femoratus* se relaciona negativamente con todos los parámetros.

Como perspectivas a futuro, considero que en futuros estudios deben realizarse muestreos más exhaustivos y sistemáticos para conseguir resultados más precisos. A su vez, es importante conocer y analizar los ciclos de vida de las especies dominantes.

Dado el momento que está atravesando el planeta con respecto al calentamiento global, considero importante seguir realizando investigaciones de este tipo, ya que estos organismos son de gran ayuda al momento de evaluar el estado actual del océano, tanto en relación al aumento de temperatura como al aumento de contaminantes.

6. Agradecimientos

Gracias a mis amigos y compañeros de licenciatura, con quienes nos apoyamos e intercambiamos tanto durante todos estos años de carrera.

Gracias a mi familia que siempre me bancó tanto en mis momentos de logro como en mis momentos de frustración, siempre dándome para adelante.

Gracias a mis amigos, siempre curiosos por mis estudios y apoyándome en todas las etapas transitadas.

Gracias a Ana y Analisa. Aprendí muchísimo. En todo momento me hicieron sentir segura y tranquila y me brindaron un gran soporte.

Gracias!

7. Bibliografía

- ❖ Amsler, C. D., Rowley, R. J., Laur, D. R., Quetin, L. B. & Ross, R. M. (1995). Vertical distribution of Antarctic peninsular macroalgae: cover, biomass and species composition. *Phycologia*, 34(5), 424-430.
- ❖ Argüelles, A. (2004). Uso de conchas por cangrejos ermitaños en respuesta a la acción del oleaje en una costa rocosa. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- ❖ Baev, P. V. & Penev, L. D. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Pensoft, Sofia, Bulgaria.
- ❖ Baeza-Rojano Pageo, E. (2013). Fluctuaciones estacionales y ciclos de vida de los Anfípodos [Crustacea : Peracarida : Amphipoda] del Estrecho de Gibraltar. Aplicaciones en Acuicultura. Tesis Doctorado Universidad de Sevilla, 300 pp.
- ❖ Basallote, M.D., DelValls, T.Á. & Riba, I. (2014). Studying the effect of CO₂-induced acidification on sediment toxicity using acute amphipod toxicity test. *Environ. Sci. Technol.* 48:8864–8872.
- ❖ Battaglia, B., Valencia, J. & Walton, D. (1997). Antarctic communities: species, structure and survival. Cambridge University Press.

- ❖ Bellan-Santini, D. (1999). *Ordre des Amphipodes (Amphipoda Latreille, 1816)*. En: P.P. Grassé, *Traité de Zoologie, Tomo VII. Fascicule IIIA. Crustacés Péracarides*, Mémoires de l'Institut Océanographique 19. Monaco. pp. 94-176.
- ❖ Birkhead, T. R. & Clarkson, K. (1980). Mate selection and precopulatory guarding in *Gammarus pulex*. *Z. Tierpsychol.* 52: 365-380.
- ❖ Bone, D. G. (1972). Aspects of the biology of the Antarctic amphipod *Bovallia gigantia* (Pfeffer) at Signy Island, South Orkney Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*, 27, 105-122.
- ❖ Bonsdorf, E. (1984). Effects of experimental oil spills in intertidal rock pools. *Ecological Bulletin*- 36: 159, 164
- ❖ Borowsky, B. (1985). Differences in reproductive behavior between two male morphs of the amphipod crustacean *Jassafalcata* Montagu. *Physiol. Zool.* 58: 497-502.
- ❖ Borowsky, B. (1988). Delaying copulation in the amphipod crustacean *Gammarus palustris*: effects on female fecundity and consequences for the frequency of amplexus. *Mar. Behav. Physiol.* 13: 359-368.
- ❖ Bousfield, E.L. (1987). Amphipods parasites of fishes of Canada. *Canadian Bulletin of Fisheries Aquatic Sciences* 217: 1-37.
- ❖ Bregazzi, P. K. (1972). Life cycles and seasonal movements of *Cheirimedon femoratus* (Pfeffer) and *Tryphosella kergueleni* (Miers)(Crustacea: Amphipoda). *British Antarctic Survey Bulletin*, 30, 1-34.
- ❖ Brouwer, P. E., Geilen, E. F. M., Gremmen, N. J. & Lent, F. V. (1995). Biomass, cover and zonation pattern of sublittoral macroalgae at Signy Island, South Orkney Islands, Antarctica. *Botanica Marina*, 38(1-6), 259-270.
- ❖ Castellanos, Z. D., & Luna Perez, J. C. (1963). Algunos aspectos bioecológicos de la zona intercotidal de Cabo Primavera (Costa de Danco, Península Antártica). *Contribución del Instituto Antártico Argentino.* 072. 24 p.
- ❖ Chacoff, L., Ortiz, A., Paschke, K. & Saravia, J. (2018). FIS: Fish Information & Services. <https://www.fis.com/fis/worldnew>.
- ❖ Conradi, M., López González, P., García Gómez, J. (1997). The amphipod community as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula) based on a spatio temporal distribution. *P. S. Z. N. Marine Ecology.* 18: 97-111.

- ❖ Dauby, P., Scailteur, Y. & De Broyer, C. (2001). Trophic diversity within eastern Weddell Sea amphipod community. *Hydrobiologia* 443:69–86
- ❖ De Broyer, C., Scailteur, Y., Chapelle, G. & Rauschert, M. (2001). Diversity of epibenthic habitats of gammaridean amphipods in the eastern Weddell Sea. *Polar Biol* 24:744–753
- ❖ De Broyer, C., Lowry, J.K., Jażdżewski, K. & Robert, H. (2007). Census of Antarctic Marine Life. Synopsis of the Amphipoda of the Southern Ocean. Part. 1. Catalogue of the Gammaridean and Corophiidean Amphipoda (Crustacea) of the Southern Ocean with distribution and ecological data. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences. Naturelles de Belgique*. 77(1): 1-325.
- ❖ Forcada, J. (2007). Cambio climático y sus repercusiones en la megafauna de la Antártica. Impactos del calentamiento global sobre los ecosistemas polares. <http://dialnet.unirioja.es>.
- ❖ Goddard, M. (2006). Copépodos de pozas intermareales de isla San Félix y del archipiélago de Juan Fernández. *Ciencia y Tecnología del Mar*. 29 (1):115-122.
- ❖ Gomes, V., Passos, M. J. D. A. C., Rocha, A. J. D. S., Santos, T. D. C. A. D., Machado, A. S. D. & Ngan, P. V. (2013). Metabolic rates of the antarctic amphipod *Gondogeneia antarctica* at different temperatures and salinities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(4), 243-249.
- ❖ Gómez-Gesteira, J. & Dauvin, J. (2000). Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. *Marine Pollution Bulletin*. 40: 1017-102.
- ❖ Goulding, T., De Orte, M.R., Szalaj, D., Basallote, M.D., DeValls, T.A. & Cesar, A. (2017). Assessment of the environmental impacts of ocean acidification (OA) and carbon capture and storage (CCS) leaks using the amphipod *Hayle* young. *Ecotoxicology* [http://dx. doi.org/10.1007/s10646-017-1783-6](http://dx.doi.org/10.1007/s10646-017-1783-6).
- ❖ Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P. (2001). Past. Paleoeological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. 4(1): 9pp.
- ❖ Huang, Y. M., McClintock, J. B., Amsler, C. D., Peters, K. J. & Baker, B. J. (2006). Feeding rates of common Antarctic gammarid amphipods on ecologically important

sympatric macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 329(1), 55–65.

❖ Holsinger, J. R. (1993). Biodiversity of subterranean amphipod crustaceans: global patterns and zoogeographic implications. *Journal of Natural History*, 27(4), 821-835.

❖ Jażdżewski, K., Teodorczyk, W., Siciński, J., & Kontek, B. (1991). Amphipod crustaceans as an important component of zoobenthos of the shallow Antarctic sublittoral. *Hydrobiologia*, 223(1), 105-117.

❖ Jażdżewski, K., Weslawski, J.M. & De Broyer, C. (1996) A comparison of the amphipod faunal diversity in two polar fjords: Admiralty Bay, King George Island (Antarctic) and Hornsund, Spitsbergen (Arctic). *Pol Arch Hydrobiol* 42:367–384

❖ Jimenez-Prada, P., Hachero-Cruzado, I. & Guerra García, J. (2015). Importancia de los anfípodos en la dieta de especies de interés acuícola del litoral andaluz. *Zool. baetica*. 26: 3-29.

❖ Kaestner, A. (1970). Orden Amphipoda. En: *Invertebrate zoology*. Vol. 3. 2nd. Ed. Interscience Publishers. New York. pp. 470-502.

❖ Klages, M. (1993). Distribution, reproduction and population dynamics of the Antarctic gammaridean amphipod *Eusirus perdentatus* Chevreux, 1912 (Crustacea). *Antarctic science*, 5(4), 349-359.

❖ Kim, J., Jażdżewska, H., Choi, A. & Kim, H.G. (2014). The first report on Amphipoda from Marian Cove, King George Island, Antarctic. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 43(1): 106-113.

❖ Lowry, J. K., Jażdżewski, K. & Robert, H. (2007). Synopsis of the Amphipoda of the Southern Ocean. C. De Broyer (Ed.). Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

❖ Magurran, A.E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Edición Vedral. España. 200 pp.

❖ Margolis, L., McDonald T.E. & Bousfield, E.L. (2000). The whale lice (Amphipoda: Cyamidae) of the Northeastern Pacific region. *Amphipacifica* 2(4): 63-116.

❖ Mazé, R. A. (2015). Orden amphipoda. revista IDEA. SEA, (82), 1-10.

❖ McAleece, N. (1997). Biodiversity pro. <http://www.sams.ac.uk/research/software/research/software/bdpro.zip>.

- ❖ Meredith, M. P. & King, J. C. (2005). Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. *Geophysical Research Letters*, 32(19).
- ❖ Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis SEA, Vol 1. Zaragoza. España. 84 pp.
- ❖ Musko, I. B., Meinel, W., Krause, R. & Barlas, M. (1990). The impact of Cd and different pH on the amphipod *Gammarus fossarum* Koch (Crustacea: Amphipoda). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 96(1), 11-16.
- ❖ Neushul, M. (1965). Diving observations of sub-tidal Antarctic marine vegetation. *Botanica marina*, 8(2-4), 234-243.
- ❖ Palmer, M. W. (1990). Spatial scale and patterns of vegetation, flora and species richness in hardwood forests of the North Carolina piedmont. *Coenoses*, 89-96.
- ❖ Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics*, 5(1), 285-307.
- ❖ Piñeiro, V., Eguren, G., Pereira, I. & Zaldúa, N. (2012). Líquenes del entorno de la Base Científica Antártica Artigas, Bahía Collins, Isla Rey Jorge, Antártida. Estudio Preliminar. *Polibotánica*. 33: 105-116.
- ❖ Prato, E. & Biandolino, F. (2003). Seasonal changes in population of the Amphipod *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931). *Mediterranean Marine Science*. 4(1): 49-56.
- ❖ Rakusa-Suszczewski, S. (1982). The biology and metabolism of *Orchomene plebs* (Hurley 1965) (Amphipoda: Gammaridea) from McMurdo sound, Ross Sea, Antarctic. *Polar Biology*, 1(1), 47-54.
- ❖ Sánchez, R. A. (2007). Antártida: introducción a un continente remoto. Editorial Albatros.
- ❖ Quartino, M., KloEser, H., Schloss, I. & Wiencke, C. (2001). Biomass and associations of benthic marine macroalgae from the inner Potter Cove (King George Island, Antarctica) related to depth and substrate. *Polar Biology*, 24(5), 349-355.
- ❖ Rauschert, M. (1989). *Atylopsis fragilis* n. sp. (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea, Eusiridae) aus dem Sublitoral von King George

(Sud-Shetland-Inseln). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 65(1): 127-138.

❖ Rauschert, M. (1990). Neue Stenothoidae (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea) aus dem Sublitoral von King George (Sud-Shetland-Inseln). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 66(1): 3-39.

❖ Rauschert, M. (1991). Ergebnisse der faunistischen Arbeiten im Benthal von King George Island (Sudshetlandinseln, Antarktis). Berichte zur Polarforschung. 76: 1-75.

❖ Rauschert, M. (1994). Gitanopsilis (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea), eine neue Amphilochiden-Gattung aus dem Sublitoral der König-Georg-Insel (Sudshetlandinseln). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 70(1): 133-156.

❖ Rauschert, M. (1997). Stomacontion bulbosus sp. n. (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea, Lysianassidae) aus der Maxwell Bay von King George Island (Sudshetlandinseln). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 73(1): 17-25.

❖ Rauschert, M. & Andres, H.G. (1993). Scaphodactylus, eine neue Stenothoiden-Gattung aus dem Sublitoral der Sud-Shetland-Inseln (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 69(2), 347-358.

❖ Rauschert, M. & Andres, H.G. (1994). Scaphodactylus simus (Crustacea: Amphipoda: Gammaridea), ein weiterer Vertreter der Stenothoiden aus dem Sublitoral der König-Georg-Insel (Sud-Shetland-Inseln). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 70(2): 321-330.

❖ Ren, X. & Huang, L. (1991). Studies on Gammaridea and Caprellidea (Crustacea: Amphipoda) from the northwest waters off the Antarctic Peninsula. Studia Marina Sinica. 32: 185-323.

❖ Robinson, B. W. & Doyle, R. W. (1985). Trade-off between male reproduction (amplexus) and growth in the amphipod Gammarus lawrencianus. The Biological Bulletin, 168(3), 482-488.

❖ Rückamp, M., Braun M., Suckro, S. & Blindow, N. (2011). Observed glacial changes on the King George Island ice cap, Antarctica, in the last decade. Global and Planetary Change. 79(1), 99-109.

- ❖ Saavedra-Sotelo, N.C. (2002). Valoración de las pozas de marea como microhábitat de la infauna béntica en el Alto Golfo de California, México. Tesis de licenciatura. Cuernavaca, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas.
- ❖ Sainte-Marie, B. (1991). A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of life history traits with latitude, depth, salinity and superfamily. In VIIth International Colloquium on Amphipoda (pp. 189-227). Springer, Dordrecht.
- ❖ Sánchez-Moyano, J. & García-Gómez, J. (1998). The arthropod community, especially Crustacea, as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Spain) based on a spatial distribution. *Journal of Coastal Research*. 14: 1119-1133.
- ❖ Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1998). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W. H. Freeman, New York, 887 p.
- ❖ Steig, E.J., Schneider, D.P., Rutherford, S.D., Mann, M.E., Comiso, J.C. & Shindell, D.T. (2009). Warming of the Antarctic ice sheet surface since the 1957 International Geophysical Year. *Nature*. 457, 459–462.
- ❖ Taylor, E.J., Rees, E.M. & Pascoe, D. (1994). Mortality and a drift-related response of the freshwater amphipod *Gammarus pulex* (L.) exposed to natural sediments, acidification and copper. *Aquat. Toxicol.* 29 (1), 83–101.
- ❖ Thiel, M. & Hinojosa, I.A. (2009). Peracarida: Amphipods, Isopods, Tanaidaceans & Cumaceans. In: Haussermann, V. & Forstera, G. (Eds.) *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia, Nature in Focus*, Santiago de Chile. 1000 pp.
- ❖ Thurston, M.H. (1974). The Crustacea Amphipoda of Signy Island South Orkney Islands. *Br Antarct. Surv. Sci. Rep.*, 71, 1-133.
- ❖ Turner, J., Colwell, S.R., Marshall, G.J. & Lachlan-Cope, T.A. (2005). Antarctic climate change during the last 50 years. *International Journal of Climatology*. 25, 279–294.
- ❖ Vaughan, D. G., Marshall, G. J., Connolley, W. M., Parkinson, C., Mulvaney, R., Hodgson, D. A. & Turner, J. (2003). Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. *Climatic change*, 60(3), 243-274.
- ❖ Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water research*, 18(6), 653-694.

- ❖ White, M.G. (1984). Marine benthos. In: Laws RM (ed) Antarctic ecology, vol 2. Academic Press, London, pp 421-461.
- ❖ Yonge, M. (1949). On the structure and adaptations of the Tellinacea, deposit-feeding Eulamellibranchia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 234(609), 29-76.
- ❖ Zeidler, W. & De Broyer, C. (2009). Census of Antarctic Marine Life. Synopsis of the Amphipoda of the Southern Ocean. Vol. 3: Catalogue of the Hyperiid Amphipoda (Crustacea) of the Southern Ocean with distribution and ecological data. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique 79(1): 1-95.