



Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo

Evaluación del potencial pesquero de gasterópodos del Golfo San José (Chubut)

Trabajo de tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales

Lic. Mariano José Cumplido

Director: Dr. Gregorio Bigatti

Co-director: Dra. María Cristina Damborenea

Año 2016

*“Llevo tu corazón conmigo (lo llevo en mi corazón),
Nunca estoy sin él (a cualquier lado que voy, tú vas).”*

E. E. Cummings

A mi hijo adorado, Juan Felipe,
que me acompaña, me ilumina y me inspira.

Y a ti Martín, que siempre vas conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Al ir transitando este camino, me he ido topando con personas a las cuales les estaré eternamente agradecido por sus aportes, tanto profesionales/académicos como personales. Nombrar a cada uno de ellos sería interminable e injusto, pues unas líneas no reflejarían mi sentir. Sin embargo, quiero mencionar, en primer lugar, a mi director de tesis, y a la vez amigo, Gregorio Bigatti, sin el cual nada de lo de acá hubiese sido posible. Sus ideas, comentarios y consejos han sido sumamente enriquecedores, así como sus reuniones y fiestas en las cuales ha predominado la diversión. Muchísimas gracias por cada una de tus palabras y cada minuto que me has brindado para cualquier cosa. Gracias a Cristina Damborenea, a quien conocí en su laboratorio y tuvo la total paciencia para recibirme y trabajar juntos, así como la enorme predisposición que ha tenido en todos estos años para ayudarme. Gracias a todos los miembros del LARBIM, grupo de investigación al cual aún siento que pertenezco, por su ayuda en cada campaña realizada, cada trabajo planeado y cada manuscrito pensado. Cada uno de ellos ha aportado algo invaluable a mi tesis doctoral: ¡Muchas Gracias Muchachos!. Gracias a Néstor Ortíz y “Bebo” Vera, técnicos/buzos del CENPAT, por su aporte submarino a este trabajo, además de los buenos momentos vividos en cada campaña. Gracias a las compañeras y amigas de mi primera oficina en el CENPAT: Vero, Pau, Pitu y Bere, fueron lindos días de trabajo junto a ustedes. Gracias a Mónica Gil, Mauricio Faleschini, Erica Giarratano y Carmen Marinho, quienes me ayudaron pacientemente en la parte química de esta tesis. Gracias a Viviana Sastre, Diego Baulde y el personal del Laboratorio de Bromatología (Trelew), por su ayuda en la parte de toxicidad en caracoles. Gracias al Lobo por sus pequeños gigantes comentarios sobre pesca de caracoles, a Pedro por su practicidad y conocimiento pesquero y a Gastón por su siempre genial predisposición para arreglar temas de mi computadora. Gracias a Julieta Gómez Otero, Leilén Gracia Villalobos, Jéscica Tobke, Julio Vezub y María Teresa Boschín. Y a los jurados de esta tesis por enriquecerla con sus comentarios y sugerencias: Dres. Marcela Pascual, Norma Santinelli y Guido Pastorino.

Gracias a Natalia por todos los años juntos. Y por haber, en algún momento de nuestras vidas, coincidido para formar el hermoso e increíble hijo que tenemos. Sin ese pequeño mi mundo no tendría sentido.

Gracias a mis amigos personales, que hicieron de este trance uno mejor de lo que hubiese sido sin ellos. Cada uno sabe a quién me refiero y el cariño inmenso que les tengo. Infinitas gracias a todos ustedes. Gracias por tantos momentos inolvidables y por su ayuda incondicional en momentos críticos. Gracias a "llegó la alegría".

Gracias a mis tíos Alberto y Charito, que hoy no están a mi lado pero ustedes han sido fundamentales promotores en mi logro. Infinitas y eternas gracias. Se los extraña mucho. Pablo, primo querido, gracias por tanto y por todo, muchas, muchísimas gracias, así como a tu hermosa familia. A Tita, por seguir siendo muy importante e incondicional. Gracias a las mellis y toda la familia Varela, por siempre estar con mucho amor. Gracias a ti Eli, que hoy cercanos, me has ayudado mucho. Gracias a mi hermano de la vida, Guille, por tu corazón y nobleza.

A mi Mamá. Hermosa mamá. ¿Qué decirte? Sos el sostén espiritual de la familia y con eso te digo todo. Sin vos, nada sería igual. Y nuestros días serían muy distintos sin tu apoyo eterno. Muchísimas gracias (en realidad no sé cómo agradecerle). A Silvi, hermana linda, gracias por ser una maravillosa mujer de la cual he aprendido mucho y compartimos tantas risas y llantos. Todo eso me ha ayudado a crecer teniéndote lejos. A Papá... ¡Te extraño tanto! Estoy logrando algo que a vos te hubiese encantado ver culminar. Pero no estás y con tu ausencia me ayudas a cada minuto para poner en práctica que a la vida hay que saber honrarla. Gracias a ti Martín, hermano querido. Por tu pronta partida nuestras vidas se han complicado mucho pero tu luz ha sido tan grande que nos guiaste a cada uno. Te extrañamos más de la cuenta. Te extraño como nunca extrañé a alguien. Gracias Familia querida por todo.

Y gracias a ti Juan Felipe. Amado Juanfe, muchas gracias. Todo esto es por y para ti. Sin tu presencia nada tendría sentido. Te amo corazón.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | I |
| ABSTRACT | II |
| CAPÍTULO 1: | 1 |
| INTRODUCCIÓN GENERAL | 1 |
| 1.1 PESQUERÍAS DEL RECURSO CARACOL A NIVEL MUNDIAL | 2 |
| 1.2 EL RECURSO CARACOL EN ARGENTINA | 7 |
| 1.2.1 ANTIGÜEDAD DEL RECURSO | 7 |
| 1.2.2 ACTUALIDAD DEL RECURSO | 9 |
| 1.3 FUNDAMENTACIÓN | 11 |
| 1.4 OBJETIVOS | 15 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 15 |
| 1.4.2 OBJETIVOS PARTICULARES | 15 |
| CAPÍTULO 2: | 16 |
| METODOLOGÍA GENERAL | 16 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDIO | 17 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MUESTREOS | 20 |
| CAPÍTULO 3: | 23 |
| EVALUACIÓN PESQUERA DE GASTERÓPODOS | 23 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 24 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> (Volutidae) | 24 |
| Distribución y características de <i>Odontocymbiola magellanica</i> | 26 |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> y <i>Buccinanops globulosus</i> (Nassariidae) | 27 |
| Distribución y características de <i>Buccinanops cochlidium</i> | 28 |
| Distribución y características de <i>Buccinanops globulosus</i> | 29 |
| <i>Trophon geversianus</i> (Muricidae) | 30 |
| Distribución y características de <i>Trophon geversianus</i> | 31 |
| CONTEXTO DE LA EVALUACIÓN PESQUERA DE GASTERÓPODOS | 32 |
| 3.2 OBJETIVOS | 34 |
| 3.3 METODOLOGÍA | 35 |
| 3.3.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS | 35 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.2 PARÁMETROS POBLACIONALES | 36 |
| 3.3.3 RELEVAMIENTO PESQUERO | 38 |
| 3.3.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas | 39 |
| 3.3.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas | 41 |
| Análisis estadísticos | 43 |
| 3.3.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA | 43 |
| 3.4 RESULTADOS..... | 46 |
| 3.4.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS | 46 |
| 3.4.2 PARÁMETROS POBLACIONALES..... | 49 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> | 49 |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> | 52 |
| <i>Buccinanops globulosus</i> | 55 |
| <i>Trophon geversianus</i> | 58 |
| 3.4.3 RELEVAMIENTO PESQUERO | 62 |
| 3.4.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas | 62 |
| 3.4.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas | 64 |
| 3.4.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA | 83 |
| <i>Buccinanops globulosus</i> | 83 |
| <i>Trophon geversianus</i> | 90 |
| 3.5 DISCUSIÓN | 96 |
| 3.5.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS | 96 |
| 3.5.2 PARÁMETROS POBLACIONALES..... | 97 |
| 3.5.3 RELEVAMIENTO PESQUERO | 102 |
| 3.5.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas | 102 |
| 3.5.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas | 105 |
| 3.5.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA | 111 |
| CAPÍTULO 4: | 113 |
| COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA..... | 113 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN | 114 |
| 4.2 OBJETIVO | 116 |
| 4.3 METODOLOGÍA..... | 117 |
| 4.3.1 COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA | 117 |
| Determinación de humedad y cenizas | 117 |
| Determinación de proteínas | 118 |
| Determinación de lípidos | 118 |
| Determinación de glucógeno | 119 |
| 4.3.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA..... | 120 |

| | |
|--|------------|
| 4.4 RESULTADOS..... | 121 |
| 4.4.1 COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA | 121 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> | 121 |
| Determinación de cenizas y humedad de <i>O. magellanica</i> | 121 |
| Determinación de proteínas de <i>O. magellanica</i> | 121 |
| Determinación de lípidos de <i>O. magellanica</i> | 123 |
| Determinación de glucógeno de <i>O. magellanica</i> | 124 |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> | 126 |
| Determinación de cenizas y humedad de <i>B. cochlidium</i> | 126 |
| Determinación de proteínas de <i>B. cochlidium</i> | 126 |
| Determinación de lípidos de <i>B. cochlidium</i> | 127 |
| Determinación de glucógeno de <i>B. cochlidium</i> | 129 |
| <i>Buccinanops globulosus</i> | 130 |
| Determinación de cenizas y humedad de <i>B. globulosus</i> | 130 |
| Determinación de proteínas de <i>B. globulosus</i> | 131 |
| Determinación de lípidos de <i>B. globulosus</i> | 132 |
| Determinación de glucógeno de <i>B. globulosus</i> | 133 |
| <i>Trophon geversianus</i> | 135 |
| Determinación de cenizas y humedad de <i>T. geversianus</i> | 135 |
| Determinación de proteínas de <i>T. geversianus</i> | 135 |
| Determinación de lípidos de <i>T. geversianus</i> | 136 |
| Determinación de glucógeno de <i>T. geversianus</i> | 138 |
| 4.4.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA | 141 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> | 141 |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> | 142 |
| <i>Buccinanops globulosus</i> | 144 |
| <i>Trophon geversianus</i> | 145 |
| 4.5 DISCUSIÓN | 147 |
| CAPÍTULO 5: | 155 |
| CALIDAD SANITARIA DEL RECURSO CARACOL: | 155 |
| DETERMINACIÓN DE TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS Y METALES TRAZA | 155 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN | 156 |
| TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS | 156 |
| METALES TRAZA | 164 |
| 5.2 OBJETIVOS | 166 |
| 5.3 METODOLOGÍA | 167 |

| | |
|--|------------|
| 5.3.1 DETERMINACIÓN DE TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS | 167 |
| 5.3.2 DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA..... | 168 |
| 5.4 RESULTADOS..... | 170 |
| 5.4.1 DETERMINACIÓN DE TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS | 170 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> | 170 |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> | 171 |
| <i>Trophon geversianus</i> | 172 |
| Datos de concentración de <i>Alexandrium tamarense</i> entre 2010 y 2011 en el Golfo San José | 172 |
| Datos de TPM en <i>Aequipecten tehuelchus</i> , <i>Leukoma antiqua</i> y <i>Mytilus edulis</i> entre 2010 y 2011 en el Golfo San José..... | 173 |
| Datos de TPM en gasterópodos comestibles de los golfos norpatagónicos entre 2004 y 2011 | 175 |
| 5.4.2 DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA..... | 180 |
| 5.5 DISCUSIÓN | 182 |
| TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS | 182 |
| METALES TRAZA | 186 |
| CAPÍTULO 6: | 190 |
| DISCUSIÓN GENERAL | 190 |
| CAPÍTULO 7: | 199 |
| BASES PARA EL MANEJO DEL RECURSO CARACOL EN EL GOLFO SAN JOSÉ (CHUBUT) | 199 |
| CAPÍTULO 8: | 207 |
| CONCLUSIONES | 207 |
| CAPÍTULO: 9 | 210 |
| TRABAJOS DE DIVULGACIÓN DE LA TESIS DE DOCTORADO | 210 |
| CAPÍTULO 10: | 219 |
| BIBLIOGRAFÍA | 219 |

RESUMEN

Desde hace más de 70 años los gasterópodos marinos del litoral argentino son capturados y comercializados. En algunos puertos de Chubut se registran desembarques del recurso caracol de manera esporádica aunque en menor proporción que lo registrado en puertos de la Provincia de Buenos Aires. Sin embargo, en el Golfo San José (GSJ) existe una importante explotación artesanal de moluscos bentónicos donde los gasterópodos representan un recurso accesorio a las extracciones de bivalvos. En esta tesis se evaluó el potencial pesquero de los gasterópodos *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium*, *Buccinanops globulosus* y *Trophon geversianus*. Se analizó su abundancia y densidad en el GSJ, determinando las tallas de mínima madurez, estacionalidad reproductiva, composición bioquímica, concentración de Toxina Paralizante de Moluscos (TPM) y metales traza. El GSJ se encuentra dividido longitudinalmente en dos dominios hidrográficos (Oeste-Este), por un sistema frontal de temperatura y circulación. La mayor densidad de *O. magellanica* fue 0,04 ind/m² en playa San Román (dominio Este) mientras que la de *B. cochlidium* fue 0,6 ind/m² en playa “El 39” (dominio Este). En el dominio Oeste, se registraron densidades bajas de *O. magellanica* (0,01 ind/m²), mientras que la mayor densidad de *B. cochlidium* fue 0,325 ind/m² en Punta Mejillón. Se registró la presencia de *B. globulosus* en las playas arenosas de Punta Mejillón y Punta Logaritmo (dominio Oeste) y Villarino, Fracasso, “El 39”, Punta Conos, Bengoa y San Román (dominio Este). Asimismo, *T. geversianus* se detectó sobre fondos rocosos en Punta Gales (dominio Oeste) y Larralde, Villarino, Punta Conos y San Román (dominio Este). Se realizaron estimaciones de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) durante 15 minutos, registrando en el dominio Este la más representativa en “El 39”, capturando 285 *B. cochlidium*. La CPUE más representativa de *O. magellanica* fue en San Román, capturando 55 individuos. En el dominio Oeste, la CPUE más representativa fue en Punta Mejillón, donde se capturaron 104 *B. cochlidium*. El peso total y la longitud total individual de estos últimos ejemplares, resultaron significativamente diferentes de los extraídos en las CPUE del

dominio Este, siendo de mayor peso y longitud. Mediante técnicas histológicas, se determinó la talla de primera madurez reproductiva de *B. globulosus* a los 2,9 cm para las hembras y de 2,1 cm para los machos, mientras que en *T. geversianus* se registró a los 3 cm en hembras y 1,8 cm en machos. En el pie de las especies estudiadas, el promedio de proteínas varió entre 48,2 % y 58,2 %, el de lípidos entre 0,3 % y 0,5 % y el de glucógeno entre 1,4 % y 6,5 %. Los órganos de *O. magellanica* acumularon TPM, superando el límite máximo de consumo (400 UR/100 g) en enero, febrero y junio (en promedio 511 UR/100 g), mientras que en el pie lo sobrepasó en febrero (419 UR/100 g). Los órganos de *B. cochlidium* acumularon TPM en primavera y verano sobrepasando el límite sólo en diciembre con 480,5 UR/100 g, mientras que en el pie no se registró acumulación de TPM. El pie de *B. cochlidium* resultó apto para consumo en todos los meses analizados. El cuerpo entero de *T. geversianus* acumuló TPM en octubre, diciembre, abril y mayo pero por debajo del límite máximo, lo que resultó apto para consumo en todo momento del año. No se detectó plomo (Pb) en ninguno de los tejidos de las especies estudiadas (< 4 µg/g). La mayor concentración de Cadmio (Cd) en los órganos (calculado en peso seco) se registró en *T. geversianus* (44,86 µg/g) y la menor en *O. magellanica* (31,23 µg/g), mientras que en el pie la mayor concentración se registró en *B. globulosus* (2,42 µg/g) y la menor en *O. magellanica* (0,07 µg/g). Estas concentraciones evidenciaron que la acumulación fue especie y órgano específica para los metales traza. En función del límite establecido para consumo por el Código Alimentario Argentino, se estableció un límite de consumo máximo semanal de pie de 5800 g de *O. magellanica*, 1450 g de *B. cochlidium*, 193 g de *B. globulosus* y 290 g de *T. geversianus*. Las elevadas abundancias y capturas de las especies bajo estudio, su distribución batimétrica baja, la buena accesibilidad a las playas de donde se extraen, los rendimientos considerables, los elevados porcentajes de proteínas y bajos porcentajes de lípidos y glucógeno en su parte comestible, denotaron su calidad como recursos pesqueros. El recurso caracol en el GSJ deberá ser explotado a escala comercial bajo un plan de manejo que regule su captura y teniendo en cuenta los resultados de esta Tesis.

ABSTRACT

Argentine marine gastropods has been caught and traded since more than 70 years ago. In some ports of Chubut, snail landings were recorded sporadically, although less than those recorded in the province of Buenos Aires. However, in the San José Gulf (GSJ) there is a significant artisanal exploitation of benthic gastropod mollusks which represent an accessory resource to bivalve extractions. In this thesis the fishing potential of *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium*, *Buccinanops globulosus* and *Trophon geversianus* was evaluated. Abundance and density in the GSJ were evaluated, determining the minimum maturity size, reproductive seasonality, biochemical composition, concentration of paralytic shellfish poison (PSP) and trace metals. The GSJ is divided longitudinally into two hydrographic domains (West-East), by a frontal system of temperature and circulation. The highest density of *O. magellanica* was recorded in San Roman (East domain) with 0.04 ind/m², whereas *B. cochlidium* was found on the beach called "El 39" (East domain) with 0.60 ind/m². In the West domain, low densities of *O. magellanica* (0.01 ind/m²) were registered, while the highest density of *B. cochlidium* was 0.32 ind/m² in Punta Mejillón. The presence of *B. globulosus* was recorded on the sandy beaches of Punta Mejillón and Punta Logaritmo (West domain) and Villarino, Fracasso, "El 39", Punta Conos, Bengoa and San Román (East domain). Likewise, *T. geversianus* was detected on rocky bottoms in Punta Gales (West domain) and in the beaches of Larralde, Villarino, Punta Conos and San Roman (East domain). Catch per unit effort (CPUE) estimations were performed for 15 minutes, recording the most representative in "The 39", capturing 285 *B. cochlidium*. The most representative CPUE for *O. magellanica* was in San Roman, capturing 55 individuals. In the West domain, the most representative CPUE was held in Punta Mejillón, where 104 individuals of *B. cochlidium* were caught. The total weight and size of *B. cochlidium* were significantly higher than from those from CPUE of the East domain. Determined by histology, size at reproductive maturity for *B. globulosus* was 2.9 cm for females and 2.1 cm for males, while in *T. geversianus* was 3 cm in females

and 1.8 cm in males. The foot of all studied species had an average protein content between 48.2 % and 58.2 %, lipids between 0.3 % and 0.5 % and glycogen between 1.4 % and 6.5 %. Organs of *O. magellanica* accumulated PSP exceeding the maximum limit of consumption (400 MU/100 g) in January, February and June (average 511 MU/100 g); while on the foot the limit was exceeded only in February (419 MU/ 100 g). The accumulation of PSP in organs of *B. cochlidium* in spring and summer exceeded the limit in December with 480.5 UR/100 g, while in the foot there was no accumulation of PSP being suitable its consumption all over the year. The whole body of *T. geversianus* accumulated PSP below the maximum limit in October, December, April and May, resulting suitable for consumption all over the year. Lead (Pb) was not detectable ($< 4 \mu\text{g/g}$) in the studied tissues of all analyzed species. The highest concentration (dry weight) of cadmium (Cd) in the organs was recorded in *T. geversianus* (44.86 $\mu\text{g/g}$) and the lowest in *O. magellanica* (31.23 $\mu\text{g/g}$), while in the foot the highest concentration was recorded in *B. globulosus* (2.42 $\mu\text{g/g}$) and the lowest in *O. magellanica* (0.07 $\mu\text{g/g}$). These concentrations showed differential accumulation of trace metals for each species and tissues. A maximum weekly consumption of foot was established in 5800 g for *O. magellanica*, 1450 g for *B. cochlidium*, 193 g for *B. globulosus* were established and 290 g for *T. geversianus*. The high abundance in the catches of the studied species, their low depth distribution, the good accessibility to the beaches they inhabit, the high yields, the high percentages of protein and low percentages of fat and glycogen in their edible parts denoted its good quality as fisheries resources. The marine gastropods in GSJ should be exploited as a fishery resource on a commercial scale only under a management plan regulating their capture and taking into consideration the results obtained in the present thesis.

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 PESQUERÍAS DEL RECURSO CARACOL A NIVEL MUNDIAL

Dentro de las pesquerías de invertebrados marinos, la de moluscos se encuentra entre las más importantes del mundo, siendo los cefalópodos, bivalvos y gasterópodos las clases más capturadas. Los gasterópodos marinos representan aproximadamente el 2 % de la pesca mundial de moluscos, con elevados valores económicos en los mercados internacionales, cumpliendo un rol social importante en pesquerías artesanales de pequeña escala (Leiva y Castilla, 2002). De las capturas de moluscos registradas por la FAO a nivel mundial en 2012, la captura de gasterópodos fue de 150.728 ton, representando exactamente el 2,3% del total de desembarques de moluscos (FAO, 2015). En América se encuentran las principales pesquerías de gasterópodos del mundo, las cuales se localizan en el Pacífico sureste (Chile y Perú) y en las costas del Pacífico y Atlántico de Norte y Centroamérica (Leiva y Castilla, 2002). En América, países del hemisferio norte como USA, México, Nicaragua, Belice y República Dominicana presentan las mayores extracciones de gasterópodos en los últimos 10 años (Tabla 1.1) (FAO, 2015). En México, se realizan capturas en la costa del Pacífico, Mar Caribe y Golfo de México, siendo una pesquería multiespecífica integrada por las especies *Strombus gigas*, *Strombus pugilis*, *Strombus costatus*, *Strombus galeatus*, *Strombus gracilior*, *Fasciolaria tulipa*, *Turbinella angulata*, *Pleuroploca gigantea*, *Busycon contrarium*, *Busycon perversum*, *Melongena melongena* y *Melongena corona* (AEAP, 2009; Berthou *et al.*, 2009; Ortega Puch, 2009; Santos Valencia *et al.*, 2009, 2011, 2013). En la última década las especies predominantes en las capturas han sido *T. angulata* y *B. perversum* (CONAPESCA, 2014). En la costa oeste de Baja California el recurso caracol más importante es el “abalón” *Haliotis sp.*, el cual aporta numerosas especies capturables como *H. corrugata*, *H. fulgens* y *H. rufescens*, siendo algunas sobreexplotadas (Hobday y Tegner, 2000; Hobday *et al.*, 2001; McGarvey *et al.*, 2008; Berthou *et al.*, 2009; Neuman *et al.*, 2010). En México a mediados de los 80, las capturas de gasterópodos disminuyeron debido a la explotación excesiva del abalón (Ponce Díaz *et al.*, 1998) y se desarrolló una pesquería sobre *Busycon spp.*, siendo *B.*

canaliculatus y *B. carica* las que son mayormente extraídas en el Caribe mexicano (Murray *et al.*, 1999; Hobday y Tegner, 2000; Berthou *et al.*, 2009). A mediados de los 90 se registró el aumento de capturas de gasterópodos en USA por su participación en la pesquería de *Strombus sp.* En el Mar Caribe y las Antillas, además de *S. gigas*, se han registrado elevadas capturas de *Cittarium pica* y *T. angulata* (Pérez Pérez y Aldana Aranda, 2000; Robertson, 2003). En el caso de *C. pica*, se han generado notables reducciones de su abundancia en varias áreas debido a su explotación excesiva (Schmidt *et al.*, 2002; Robertson, 2003), razón por la cual esta especie figura en las listas rojas de fauna amenazada de varios países (Nieto Bernal *et al.*, 2011). En las Antillas, *C. pica* es la tercera especie más importante de invertebrados marinos consumidos por el hombre (Robertson, 2003). Por su parte *T. angulata* es actualmente el gasterópodo más explotado en la costa mexicana, siendo protegido con la imposición de una talla mínima de captura y época de veda de pesca como medidas de manejo (Baqueiro Cárdenas, 2004; Santos Valencia *et al.*, 2009). En América del Norte, además de la captura de *Haliotis sp.* y *Busycon sp.*, existe una pesquería establecida sobre *Littorina littorea* y *Buccinum undatum* en USA. En América del Sur, la principal pesquería de gasterópodos se realiza en Chile donde el gasterópodo *Concholepas concholepas* presenta los máximos valores de extracción y una importancia notoria a nivel económico, pero ha sufrido declinaciones y cierre en su captura en diferentes años debido a la explotación excesiva del recurso (Castilla y Becerra, 1975; Castilla, 1995; Castilla *et al.*, 1998). Además del importante ingreso económico generado a Chile por la comercialización de *C. concholepas*, existen en el país otros gasterópodos que representan importantes capturas como *Thais chocolata*, *Chorus giganteus*, *Xanthochorus cassidiformis*, *Argobuccinum argus* y *Trophon geversianus*. Así mismo, se capturan otras especies de gasterópodos aunque de importancia menor en su extracción como *Tegula sp.*, *Adelomelon ancilla*, *Odontocymbiola magellanica* y *Fissurella sp.* (Leiva y Castilla, 2002; SERNAPESCA, 2013). Las capturas de gasterópodos en Perú son caracterizadas por una elevada diversidad de especies, entre las que se destacan *C. concholepas*, *Fissurella latimarginata* y *T. chocolata* (Leiva y Castilla, 2002; LCILO, 2003).

Tabla 1.1. Capturas de gasterópodos declarada en América en 2012 registrada por la FAO, expresada en toneladas de todas las especies juntas por país (FAO, 2015).

| País | Captura (ton) |
|----------------------|----------------------|
| México | 14.845 |
| Nicaragua | 7.662 |
| Canadá | 6.362 |
| USA | 6.043 |
| Chile | 5.882 |
| Perú | 4.413 |
| Belice | 3.626 |
| República Dominicana | 2.187 |
| Honduras | 1.575 |
| Cuba | 660 |
| Argentina | 113 |
| Venezuela | 15 |
| Colombia | 6 |

En Asia y Oceanía se encuentran las segundas extracciones más grandes de gasterópodos en el mundo donde existe una fuerte regulación en su extracción, siendo *Turbo truncatus* y *Haliotis sp.* las principales especies capturadas. *H. gigantea* es extraída exclusivamente en Japón mientras que *T. truncatus* es extraída en Japón y Corea. Además, en Filipinas, Taiwán, China, India y Tailandia se capturan y consumen *Haliotis asinina*, *Haliotis ovina*, *Haliotis discus*, *Haliotis diversicolor*, *Strombus luhuanus*, *Babylonia areolata*, *Chicoreus ramosus*, *Bursa spinosa* y *Turbo marmoratus* (FAO, 1998; Berthou *et al.*, 2009; Babu *et al.*, 2011; Mohan *et al.*, 2012). En Oceanía, los principales gasterópodos capturados son *Haliotis rubra*, extraído en Australia y *H. iris* y otras especies endémicas de *Haliotis* extraídas en Nueva Zelanda. Además en Papúa Nueva Guinea existe la captura de *Strombus luhuanus* y *Trochus niloticus* en todo el Pacífico Oeste tropical (Prince *et al.*, 1988; McShane *et al.*, 1994; Foale y Day, 1997; FAO, 1998; Berthou *et al.*, 2009). Inglaterra, Francia, Bulgaria, Italia e Irlanda son los países con las pesquerías más importantes de gasterópodos en Europa (Tabla 1.2) (FAO, 2015), donde las principales especies capturadas son *Littorina littorea*, *Buccinum undatum*, *Haliotis tuberculata*, *Rapana thomasi* y *Rapana venosa* (FAO, 1998; Valentinsson *et al.*, 1999; Huchette y

Clavier, 2004; Shelmerdine *et al.*, 2007; Berthou *et al.*, 2009). África, en contraste, presenta una baja participación en las pesquerías de gasterópodos. Sólo tres países registran capturas, donde Senegal exhibe la más importante extrayendo *Cymbium glans* y *Cymbium pepo*, aunque sin un efectivo esquema de desembarques. El gasterópodo más importante a nivel comercial en el continente africano es *Haliotis midae*, el cual se extrae exclusivamente en las costas de Sudáfrica con cuotas individuales de captura como política de manejo (FAO, 1998; Tarr, 2000; Berthou *et al.*, 2009). Además, en la costa noroeste de África existe la explotación de *Haliotis tuberculata* por pescadores locales, la cual fue estimulada por empresas extranjeras y el recurso exportado a Asia (Huchette *et al.*, 2003). A nivel global, debido al elevado valor que presentan los gasterópodos en el mercado y a una captura excesiva, algunas especies muestran o mostraron serios problemas de sobreexplotación, llevando en algunos casos al colapso o clausura permanente de las pesquerías (Ponce Díaz *et al.*, 1998; Hobday *et al.*, 2001; Leiva y Castilla, 2002; Giménez *et al.*, 2005; Ávila Poveda y Baqueiro Cárdenas, 2006; McGarvey *et al.*, 2008).

Tabla 1.2. Captura de gasterópodos declarada en Asia, Europa, África y Oceanía en 2012 registrada por la FAO, expresada en toneladas de todas las especies juntas por país (FAO, 2015).

| Continente | País | Capturas (ton) |
|------------|---------------|----------------|
| Europa | Inglaterra | 34.925 |
| Europa | Francia | 11.462 |
| Asia | Corea | 9.899 |
| África | Senegal | 7.256 |
| Asia | Japón | 6.756 |
| Oceanía | Australia | 4.394 |
| Europa | Bulgaria | 3.793 |
| Europa | Italia | 3.733 |
| Europa | Irlanda | 3.525 |
| Oceanía | Nueva Zelanda | 891 |
| Europa | Rumania | 588 |
| Europa | Ucrania | 513 |
| Asia | China | 449 |
| Asia | Filipinas | 358 |
| Europa | Portugal | 186 |
| Europa | España | 163 |
| África | Sudáfrica | 141 |
| Asia | Tailandia | 85 |
| Europa | Noruega | 51 |
| África | Túnez | 7 |
| Asia | Taiwán | 5 |

En la costa Atlántica del cono sur de América, en las costas del Uruguay se comenzó con la extracción artesanal del volútido *Adelomelon brasiliiana* desde marzo de 1991 (Riestra *et al.*, 2000), ingresando al mercado internacional luego del colapso parcial de la pesquería de *C. concholepas* en la costa del Pacífico suroriental (Fabiano *et al.*, 2000). La pesquería de *A. brasiliiana* en Uruguay tuvo un corto período de auge con interrupciones entre 1991 y 1993 debidas a la inestabilidad en el mercado comprador y a la falta de una estructura organizada de procesamiento en tierra (Fabiano *et al.*, 2000). En las extracciones de este recurso por medio de rastras, se capturaban como fauna acompañante *Tonna galea* y *Zidona dufresnei* (Riestra *et al.*, 2000). En 1996, *Z. dufresnei* pasó a ser prácticamente la única especie comercializada sustituyendo casi en su totalidad

a *A. brasiliensis* debido a una intensa presión de pesca sobre este último (Fabiano *et al.*, 2000). Adicionalmente, *Odontocymbiola magellanica*, *Adelomelon ancilla*, *Trophon acanthodes* y *Fusitriton magellanicus* fueron notificados como *by-catch* en las operaciones pesqueras de merluza en las costas uruguayas (Carranza, 2006). Los desembarques procedentes del Río de la Plata y de la zona común de pesca argentina-uruguaya en 1997, para *A. brasiliensis* y *Z. dufresnei* fueron de 1.033 ton en Argentina y entre 700 y 1.000 ton en Uruguay (DINARA, 2009). Además de los gasterópodos comestibles anteriormente citados en esta región, en 1999 se documentó el primer registro del caracol invasor *R. venosa* en el Río de la Plata (Scarabino *et al.*, 1999; Pastorino *et al.*, 2000), donde en la última década su distribución se extendió hasta Punta del Este (Uruguay) (Scarabino *et al.*, 2006; Carranza *et al.*, 2010). Debido a su presencia en las costas del Uruguay, en 2011 se generó un proyecto de investigación con el objetivo de generar una base de datos para conocer su dinámica poblacional y de esta forma poder emprender su explotación comercial controlando así su abundancia (Besozzi Rabaglioni, 2013).

1.2 EL RECURSO CARACOL EN ARGENTINA

1.2.1 ANTIGÜEDAD DEL RECURSO

El litoral atlántico argentino fue poblado con anterioridad al Holoceno tardío y hubo grupos humanos que vivieron todo el año o la mayor parte de él en la franja costera (Gómez Otero, 2006a). Según dataciones radiocarbónicas, en el sector de la costa atlántica patagónica comprendido desde Arroyo Verde (42° S – 65° 04' O) y la desembocadura del Río Chubut (43° S – 64° 58' O), permitieron conocer que desde aproximadamente 7.400 años antes del presente y hasta hace poco menos de 200 años, este sector de la costa y sus recursos fueron utilizados por sociedades indígenas cazadoras recolectoras (Gómez Otero, 2006b). Este registro arqueológico se encontró en los sitios más característicos de la costa denominados “concheros” (depósitos artificiales de valvas y conchas de

moluscos), representados por pequeños montículos de conchillas que afloran en superficie o por delgados estratos visibles en el perfil de médanos o de cárcavas. Estos concheros están compuestos casi exclusivamente por restos de moluscos, partículas de carbón y escasos artefactos (Gómez Otero, 2006b). En la Patagonia, el mar y sus recursos fueron muy importantes para los cazadores-recolectores que la habitaron, donde durante los siete milenios de ocupación humana en esta área, el espectro alimenticio fue en general amplio y varió acorde con las variaciones paleoclimáticas y estacionales en la oferta de recursos y con circunstancias históricas a partir de la irrupción de los europeos a mediados del siglo XVI (Gómez Otero, 2006a). La dieta de estos aborígenes implicó proporciones variables de recursos terrestres y marinos, donde el guanaco *Lama guanicoe* representó el ítem presa terrestre más destacado, cazándolo durante todas las estaciones y haciendo una explotación integral del mismo. Entre los marinos, los más importantes habrían sido los moluscos y el lobo marino de un pelo *Otaria flavescens* (Gómez Otero, 2006a, 2006b). Entre los moluscos, el registro arqueológico muestra que se consumieron diversos géneros y especies pero los más comunes fueron las cholgas *Aulacomya sp.* y las lapas *Nacella sp.* (Gómez Otero *et al.*, 1998). También se consumieron gasterópodos pequeños y grandes de los géneros *Adelomelon*, *Odontocymbiola*, *Trophon* y *Buccinanops*, así como mejillones *Mytilus sp.*, almejas blancas *Leukoma sp.* y en menor proporción vieiras *Aequipecten sp.* Estos organismos eran recolectados a pie en el intermareal durante las mareas bajas diarias y los de más profundidad durante las mareas extraordinarias o luego de arribazones (Gómez Otero, 1995; Gómez Otero, 2006a, 2006b). La dieta básica de los cazadores-recolectores de la costa norte de Patagonia consistió entonces de guanaco, moluscos y, además, plantas, los cuales habrían aportado las proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos necesarios para una buena nutrición, pero no los lípidos. Los lípidos habrían sido provistos por otros recursos: pinnípedos, armadillos, ciertos peces grasos, cetáceos y huevos de choique (Gómez Otero, 2006a).

Tanto en el Holoceno medio como en el tardío, los cazadores-recolectores desarrollaron diversos tipos de tecnología aprovechando recursos naturales locales, donde la tecnología lítica fue la más importante. Además, se utilizaron huesos y valvas y

conchas de moluscos para elaborar diversos artefactos. La tecnología en valvas tuvo una mayor envergadura produciendo cucharas y recipientes con conchas de gasterópodos grandes como los volútidos *Adelomelon sp.* y *Odontocymbiola sp.* y con las de gasterópodos pequeños o bivalvos se perforaron o se tallaron para confeccionar cuentas que fueron enhebradas en collares, brazaletes y tobilleras (Brunet, 1980; Gómez Otero, 2006a). Con esta tecnología sobre las conchas, se confeccionaron instrumentos musicales de viento con la concha gigante de *Adelomelon sp.* (Brunet, 1980). Así, el registro arqueológico indica que los moluscos han sido un recurso netamente complementario en la dieta de los cazadores-recolectores que habitaban la costa norte de Patagonia, los que en Península Valdés consumieron preferiblemente especies de gran tamaño, siendo los gasterópodos un ítem presa muy seleccionado y explotado (Gómez Otero *et al.*, 1998; Gomez Otero, 2006a).

1.2.2 ACTUALIDAD DEL RECURSO

La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca) registra desembarques del recurso “caracol” desde 1936 hasta la actualidad, notándose un importante aumento de estos desembarques en los últimos 30 años, siendo el volútido *Zidona dufresnei* el representante mayoritario de este recurso (Tabla 1.3) (Sánchez *et al.*, 2012). Desde 1989, estos desembarques fueron principalmente en los puertos de Mar del Plata, Necochea y/o Quequén (Buenos Aires), seguido en menor proporción y de manera esporádica en los puertos de Bahía Blanca (Buenos Aires), San Antonio Oeste y Este (Río Negro), Rawson, Comodoro Rivadavia (Chubut) y Puerto Deseado (Santa Cruz) (Sánchez *et al.*, 2012). A pesar que en los registros de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura figura generalmente *Z. dufresnei* como especie de captura, se tiene conocimiento que algunos desembarques están constituidos también por el volútido *Adelomelon beckii*, que junto con *Adelomelon brasiliana* son capturados como *by-catch* por redes de arrastre (Cledón *et al.*, 2005; Giménez *et al.*, 2005; Arrighetti y Penchaszadeh, 2010). En 2015, el desembarco total declarado del recurso caracol hasta el

momento en los puertos de Mar del Plata y Necochea fue de 7,4 ton, el cual corresponde a los meses de enero y febrero (MAGyP, 2015).

Tabla 1.3. Declaraciones de captura de gasterópodos desde 1936 a 2014 en aguas argentinas incorporada a la estadística nacional. “caracol”: *Zidona dufresnei* y “caracol negro”: *Adelomelon brasiliense*. Datos tomados de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2015.

| Año | Desembarques (ton) de "caracol" | Desembarques (ton) de "caracol negro" |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1936-1939 | 3,5 | - |
| 1940-1949 | 1.766,10 | - |
| 1950-1959 | 28,5 | - |
| 1960-1969 | 154,2 | - |
| 1970-1979 | 317 | - |
| 1980-1989 | 3.143,10 | - |
| 1990-1999 | 5.281,40 | - |
| 2000-2010 | 4.203,40 | 2,1 |
| 2011-2014 | 486,80 | 1,7 |

En Puerto Madryn, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura históricamente no registró desembarques de caracol. Los desembarques de moluscos en este puerto están dados principalmente por los calamares *Illex argentinus*, seguido de *Loligo spp.* y *Martialia hyadesi*, los cuales entre 2000 y 2005 representaron un desembarco total de 170.945,4 ton (Sánchez *et al.*, 2012). Actualmente, la única explotación de los recursos marítimos costeros del norte de la Patagonia (42° - 43 °S) se realiza artesanalmente (Elías y Pereiro, 2003), con predominancia de extracciones de la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus* (Ciocco, 1995; Ciocco *et al.*, 1998), siendo ésta la especie sostén de la marisquería por medio de buceo en el Golfo San José (Chubut) desde 1976 (Orensanz *et al.*, 2007). Así como la explotación de este recurso es el sostén de la región norpatagónica, la explotación del recurso caracol en Puerto Madryn es de baja escala y destinado al consumo local (Bigatti y Ciocco, 2008). En las costas de la Provincia del Chubut, las especies de gasterópodos con interés pesquero son: *Odontocymbiola magellanica*, *Adelomelon ancilla*, *A. beckii*, *Z. dufresnei* (Volutidae), *Trophon geversianus* (Muricidae),

Tegula patagonica (Trochidae), *Nacella magellanica* (Patellidae), *Buccinanops cochlidium* y *Buccinanops globulosus* (Nassariidae) (Ciocco, 1995; Lasta *et al.*, 1998; Bigatti y Ciocco, 2008; Bigatti *et al.*, 2008; Averbuj *et al.*, 2010; Cumplido *et al.*, 2010; Zabala, 2013; Nieto Vilela, 2014). Muchas de estas especies son consumidas en las costas de Chubut y capturadas por pescadores artesanales o recreacionales para consumo u ornamentación, pero no existe hasta el momento una pesquería estable del recurso caracol propiamente dicho. De estas especies mencionadas, *T. geversianus*, *O. magellanica*, *A. ancilla* y *Tegula sp.* forman parte de las especies capturadas y comercializadas en Chile realizando un importante aporte económico a ese país (Santana, 1998; Leiva y Castilla, 2002; SERNAPESCA, 2007).

1.3 FUNDAMENTACIÓN

La decadencia de los recursos marinos a nivel mundial ha suscitado preocupación, ya que desde 1990 aproximadamente, más de la cuarta parte de casi todos los recursos pesqueros establecidos está en condiciones de explotación excesiva (FAO, 2012). Debido a esta sobreexplotación pesquera, es de suma importancia la detección de nuevos recursos que hasta hoy no han sido formalmente explotados. En la búsqueda de nuevos alimentos es de vital importancia la calidad, sanidad y beneficios a la salud humana que estos aportan (Lem *et al.*, 2014). De los recursos pesqueros, los gasterópodos son principalmente utilizados como fuente de proteínas para humanos debido al nivel nutricional de su carne, así como en la producción de artesanías y en la industria cosmética por la utilización de su concha calcárea (Nash, 1993). El aporte nutricional a la dieta humana se puede conocer mediante el análisis de su composición bioquímica (Nagabhushanam y Mane, 1978; Babu *et al.*, 2010). A pesar que un gran número de gasterópodos marinos son consumidos por los humanos, el conocimiento de sus valores nutricionales es muy limitado (Babu *et al.*, 2010). Estos valores están íntimamente

relacionados a su ciclo reproductivo (Beninger y Lucas, 1984; Ruiz *et al.*, 1992) por lo que cambios estacionales en su composición bioquímica dan una idea de la energía necesaria para su crecimiento y reproducción (Navarro *et al.*, 1989; Lodeiros *et al.*, 2001). La biología reproductiva provee información necesaria para el desarrollo de las pesquerías y su manejo sustentable. En particular, el ciclo reproductivo es un componente básico del análisis de la dinámica poblacional en gasterópodos (Underwood, 1979), pudiendo a partir de éste implementar planes de manejo y/o cultivo de la especie. Estudios tales como la estacionalidad en la reproducción y la talla mínima de madurez reproductiva son parámetros fundamentales que permiten obtener la información básica sobre la biología reproductiva de las especies (FAO, 2005) y así poder plantear pautas para el manejo de un recurso.

Teniendo en cuenta que en la zona costera patagónica existe una gran diversidad de actividades económicas como pesca, acuicultura, turismo y recreación, así como un importante asentamiento de colonias de aves y mamíferos marinos, es necesario intensificar controles y estudios de sanidad en productos pesqueros en cuanto a toxicidad se refiere (Santinelli *et al.*, 2002). Las Floraciones Algales Nocivas (FAN) pueden producir drásticos impactos sobre los recursos pesqueros y la salud pública, problemática que ha sido abordada desde diversos sectores preocupados por su relevancia (Reguera, 2002). La presencia de las FAN en las zonas costeras producen graves consecuencias, como el riesgo de intoxicación o muerte de los humanos al consumir recursos pesqueros del área (bivalvos, gasterópodos, etc.) afectada por FAN. Esto lleva a pérdidas económicas ocasionadas por la veda sanitaria o prohibición de la captura, comercialización y consumo de este tipo de productos, la disminución en los índices de producción, reducción en las inversiones en las zonas frecuentemente afectadas y produce efectos socio-económicos en el sector pesquero (artesanal e industrial), comercio y turismo (García Suárez, 2002). En la costa del norte de la Patagonia, estas FAN están representadas, principalmente, por los *blooms* del dinoflagelado *Alexandrium tamarense* que produce la Toxina Paralizante de Moluscos (TPM) (Esteves *et al.*, 1992; Carreto *et al.*, 1993; Gayoso, 2001). Debido a la problemática generada en las zonas en que se presentan y en los recursos pesqueros, a

partir de 1980 se comenzó a realizar en Chubut la determinación de TPM en tejidos de *Aulacomya atra* (cholga), *Mytilus edulis* (mejillón), *Aequipecten tehuelchus* (vieira tehuelche), *Leukoma antiqua* (almeja blanca), *Pododesmus rudi* (falsa ostra) y *Pleoticus muelleri* (langostino) (Santinelli *et al.*, 2002). Actualmente, la Provincia del Chubut realiza estas determinaciones mediante el “Plan Provincial de Prevención y Control de Marea Roja en el litoral marítimo de la Provincia del Chubut”, tomando muestras en fitoplancton, bivalvos y gasterópodos consumidos en la región (Álvarez *et al.*, 2012), estableciendo luego las pautas para consumo de dichos recursos pesqueros.

Los moluscos son el grupo más utilizado entre los organismos marinos para evaluar contaminantes debido a su baja capacidad de metabolizarlos eficazmente, por lo que resultan muy sensibles a éstos (Meador, 2000). Así mismo, los gasterópodos marinos han sido definidos como modelos efectivos para el estudio de impactos ecológicos en poblaciones de extremada sensibilidad a efectos antropogénicos (Rittschof y McClellan-Green, 2005). Entre los contaminantes, los metales son incorporados en los organismos por diferentes vías que los compuestos orgánicos (Eisler, 2010). Todos los organismos acuáticos incorporan metales esenciales o no, principalmente desde el agua o desde el alimento ingerido (Bryan *et al.*, 1979) y al no sufrir biodegradación se favorece su persistencia en el ambiente (Förstner y Wittmann, 1981). Un metal es esencial si un descenso de su concentración produce la reducción de una función fisiológica importante (Mason, 2013). Los metales presentes en organismos acuáticos comestibles pueden representar un riesgo para el hombre en concentraciones elevadas. Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de USA, los metales con mayor riesgo para la salud humana son: aluminio (Al), arsénico (As), berilio (Be), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y antimonio (Sb) (Fairbrother *et al.*, 2007). La contaminación por metales ha sido muy estudiada en moluscos bivalvos alrededor del mundo, mientras que en gasterópodos existe menos bibliografía (Bryan *et al.*, 1987; Fang *et al.*, 2001; Blackmore y Morton, 2002; Wang y Ke, 2002; Blackmore y Wang, 2004; Tanhan *et al.*, 2005; Gust *et al.*, 2011). Además de la acumulación de metales, la ocurrencia de imposex en gasterópodos, definido como el desarrollo de órganos

masculinos en individuos genéticamente femeninos (Gibbs y Bryan, 1994), fue específicamente relacionada a la exposición a compuestos orgánicos tri-sustituidos como el tributilestaño (TBT) y el trifenilestaño (TPHT), los cuales son usados como agentes anti-incrustantes en embarcaciones. Este fenómeno fue documentado para más de 200 especies de gasterópodos (Shi *et al.*, 2005) y a lo largo de la costa patagónica se ha documentado en diversos trabajos (Bigatti y Penchaszadeh, 2005; Bigatti *et al.*, 2009; Primost, 2014). El aporte de información acerca de la contaminación por niveles de metales y compuestos orgánicos en gasterópodos puede ser de utilidad en aspectos de calidad y sanidad alimentaria para la Provincia del Chubut (Primost, 2014), debido a que los gasterópodos comestibles son consumidos y comercializados localmente (Bigatti y Ciocco, 2008) con un incipiente mercado interno en Buenos Aires pero sin regulación de capturas o planes de manejo.

En este trabajo se utilizaron a las poblaciones de *Odontocymbiola magellanica* (Gmelin, 1791) (Volutidae), *Buccinanops cochlidium* (Dillwyn, 1817), *Buccinanops globulosus* (Kiener, 1834) (Nassariidae) y *Trophon geversianus* (Pallas, 1774) (Muricidae) que habitan el Golfo San José, para realizar una evaluación de su condición como recurso pesquero, analizando algunos de sus parámetros poblacionales, su presencia, abundancia y densidad en zonas de pesca de bivalvos comercializables, sus tallas mínimas de madurez reproductiva y aspectos que hacen a la calidad y sanidad alimentaria, evaluando los beneficios que aportan a la salud humana. Se eligieron a estas cuatro especies debido a sus elevadas densidades registradas en trabajos de investigación anteriores (Bigatti, 2005; Bigatti y Ciocco, 2008; Averbuj, 2009; Cumplido, 2009), a su presencia en todo el litoral patagónico y a que son consumidas en toda la región, con excepción de *T. geversianus* de la cual no se tienen registros de consumo en Argentina pero sí en Chile. Esta evaluación brindará información de referencia sobre productos ya explotados o con potencial pesquero dentro de la región. La planificación de medidas de manejo antes de la explotación comercial de un recurso pesquero posibilita la prevención del colapso del mismo como ha ocurrido, por ejemplo, en el Golfo San José (Ciocco y Orensanz, 1997; Ciocco *et al.*, 2006).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el potencial pesquero de gasterópodos de zonas costeras del Golfo San José (Chubut) y sugerir pautas de manejo para la explotación sustentable del recurso caracol.

1.4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar áreas de presencia de gasterópodos comestibles en el Golfo San José (Chubut) por medio de entrevistas a pescadores artesanales y buzos de la zona.
2. Determinar parámetros poblacionales y pesqueros básicos como proporción sexual, medidas morfogravimétricas y rendimiento por especie.
3. Determinar la densidad de gasterópodos en las zonas relevadas.
4. Realizar cálculos de captura por unidad de esfuerzo experimental (CPUE) y rendimiento de la extracción.
5. Determinar las tallas mínimas de madurez reproductiva.
6. Conocer e identificar las épocas de oviposición.
7. Determinar la composición bioquímica (cenizas, humedad, proteínas, lípidos y glucógeno) de cada especie de gasterópodo estudiada.
8. Determinar la presencia y concentración de Toxina Paralizante de Moluscos y la concentración de metales traza.
9. Generar información que aporte al manejo sustentable del recurso caracol previo a su explotación masiva.

CAPÍTULO 2:

METODOLOGÍA GENERAL

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La presente tesis se realizó en el Golfo San José (GSJ) (Chubut) (Figura 2.1) ubicado dentro del área natural protegida (ANP) de Península Valdés. Está separado del Golfo Nuevo por el istmo Ameghino y comunicado con el Golfo San Matías a través de una boca de aproximadamente 9 Km de ancho. Es de forma elíptica y su eje mayor está posicionado en la dirección Este-Oeste (Amoroso, 2003). La temperatura superficial del agua y la distribución de sedimentos evidencian la división del golfo en dos dominios hidrográficos. El dominio Oeste presenta un flujo turbulento mientras que en el dominio Este el agua está más estancada, con menor recambio y poca dinámica, presentando diferencias en sus regímenes térmicos a lo largo del año (Amoroso, 2003, 2012). Las temperaturas más altas se registran durante el verano en el dominio Este e invirtiendo el patrón durante el invierno (Amoroso *et al.*, 2011). El GSJ cubre aproximadamente 814 Km² y tiene una profundidad media de 30 m (Amoroso, 2003), siendo el golfo más pequeño y menos profundo de los norpatagónicos (Amoroso y Gagliardini, 2010). El régimen de marea es semidiurno y la amplitud media varía de 8,7 m a 2,96 m. La velocidad media de los vientos es de 15 Km/h, donde los predominantes son los del sector SO. El promedio anual de precipitaciones es de 180 mm y no recibe la descarga de cursos permanentes (Amoroso, 2003). El GSJ es un sistema altamente productivo, donde la concentración de nutrientes y clorofila es mayor que otras áreas costeras de la región (Esteves *et al.*, 1986) mientras que su contribución a la producción pesquera de recursos bentónicos ha sido elevada y sostenida durante los últimos 40 años (Ciocco, 1995).

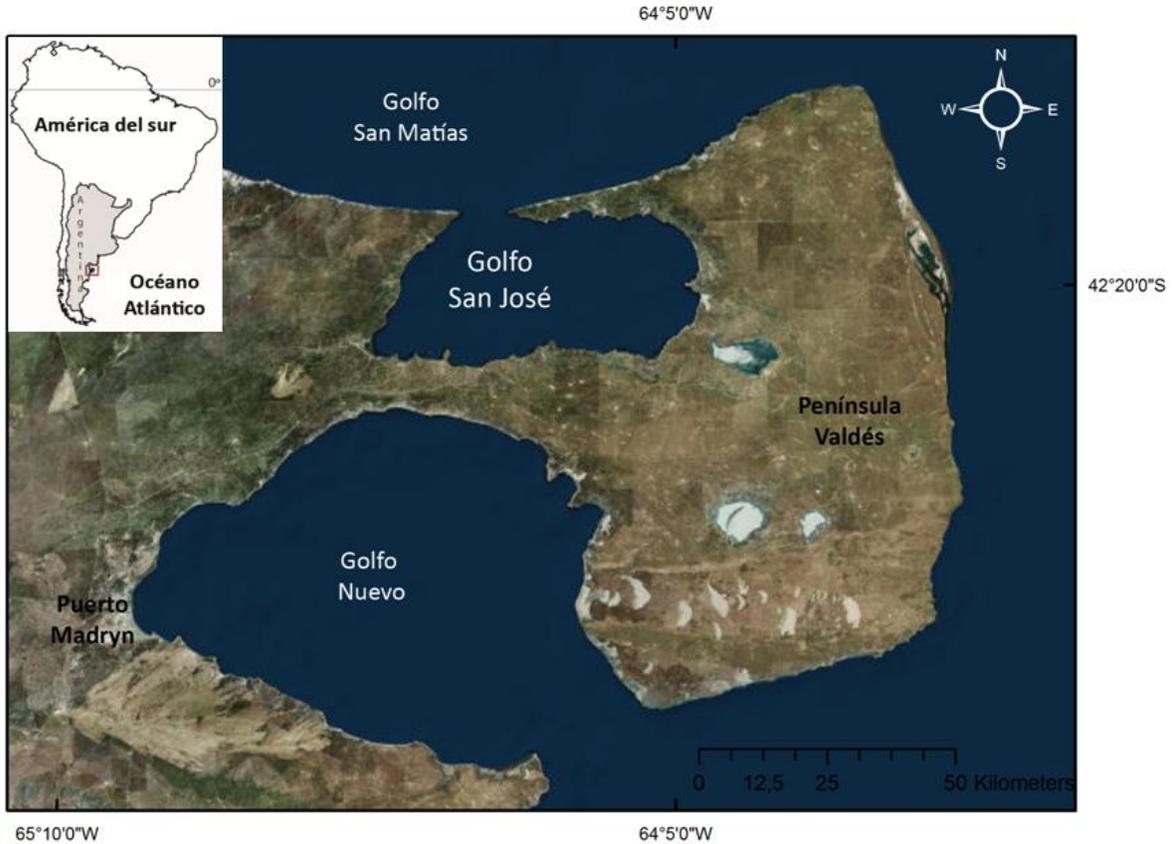


Figura 2.1. Área de estudio: Golfo San José (Chubut).

En base a prospecciones previas realizadas por el Laboratorio de Reproducción y Biología Integrativa de Invertebrados Marinos (LARBIM-CENPAT) en playa Villarino (GSJ) ($42^{\circ}24'10''S$, $64^{\circ}17'26''O$) se determinó que el área presenta elevadas abundancias de gasterópodos con potencial pesquero, por lo que se eligió este sitio para realizar las capturas de gran parte de esta tesis. Esta playa es una zona de fácil accesibilidad para maniobrar con vehículo y bote semirrígido, lindando hacia el oeste con Playa Larralde a sólo 2 km de distancia. En esta última una zona existe un asentamiento permanente de pescadores artesanales (Figura 2.2).

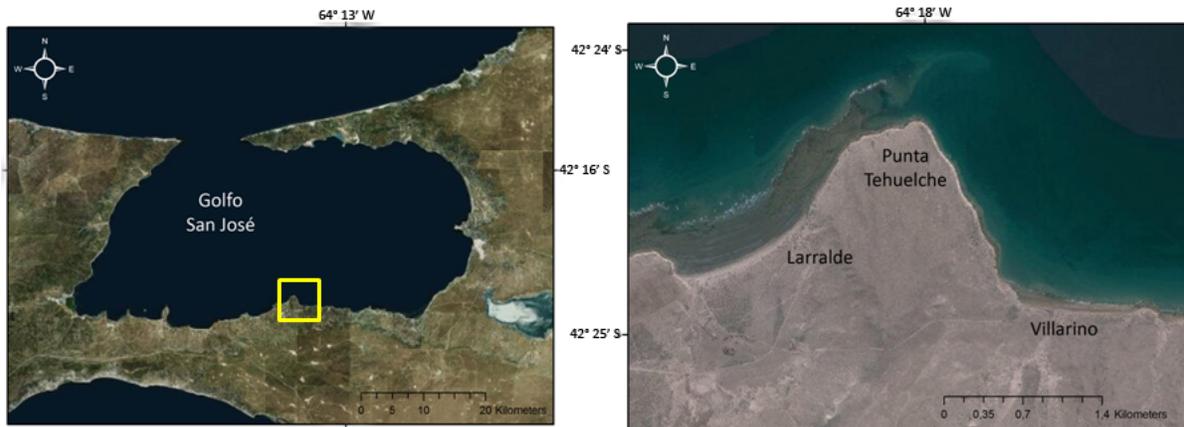


Figura 2.2. Localización geográfica de las playas Villarino y Larralde.

El sedimento de playa Villarino está compuesto por rodados y arenas gruesas supralitorales y arenas medias a finas en el intermareal teniendo un fondo mixto por afloramientos de roca y sedimentos finos (Averbuj, 2009) (Figura 2.3). En esta zona convive una gran diversidad de gasterópodos comestibles asociados a los distintos tipos de fondo. Desde el intermareal al submareal rocoso (cercano al acantilado que tiene por límite hacia el Oeste) es común encontrar gasterópodos *Trophon geversianus* (Muricidae) asociado a los bancos de mitílidos y *Tegula patagonica* (Trochidae). Desde el intermareal arenoso hasta el submareal somero se observa la presencia de *Buccinanops globulosus* (Nassaridae) y a nivel del submareal medio a profundo se encuentran gasterópodos de mediano a gran tamaño como *Buccinanops cochlidium* (Nassaridae) y *Odontocymbiola magellanica* (Volutidae), enterrados en el sedimento o desplazándose. La distribución de éstos está asociada a la presencia de bancos de moluscos bivalvos de fondos blandos, como las almejas *Ensis macha* (Molina, 1782), *Leukoma antiqua* (King, 1832), *Eurhomalea exalbida* (Dillwyn, 1817), *Pitar patagonicus* (d'Orbigny, 1842) y *Panopea abbreviata* (Valenciennes, 1839) así como la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus* (d'Orbigny, 1842), los cuales son consumidos por los gasterópodos antes mencionados.



Figura 2.3. Playa Villarino (GSJ). (A) Vista de la costa en marea alta, se observa el bote semirrígido utilizado. (B) Vista del intermareal arenoso en marea baja, al fondo se observa el acantilado.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MUESTREOS

Para la evaluación pesquera de gasterópodos (capítulo 3) se realizaron diferentes técnicas de muestreo en distintas playas del GSJ desde 2009 a 2011. Se realizaron transectas submareales georreferenciadas perpendiculares a la costa y se utilizaron trampas cebadas a distintas profundidades. Sobre las transectas, primeramente se registró visualmente el número de gasterópodos observados en forma puntual en un área circular a diferentes profundidades y luego se prospectó completamente una transecta en toda su longitud por una banda o franja de ancho definido (Figura 2.4). La prospección sobre las transectas se realizó mediante buceo autónomo.

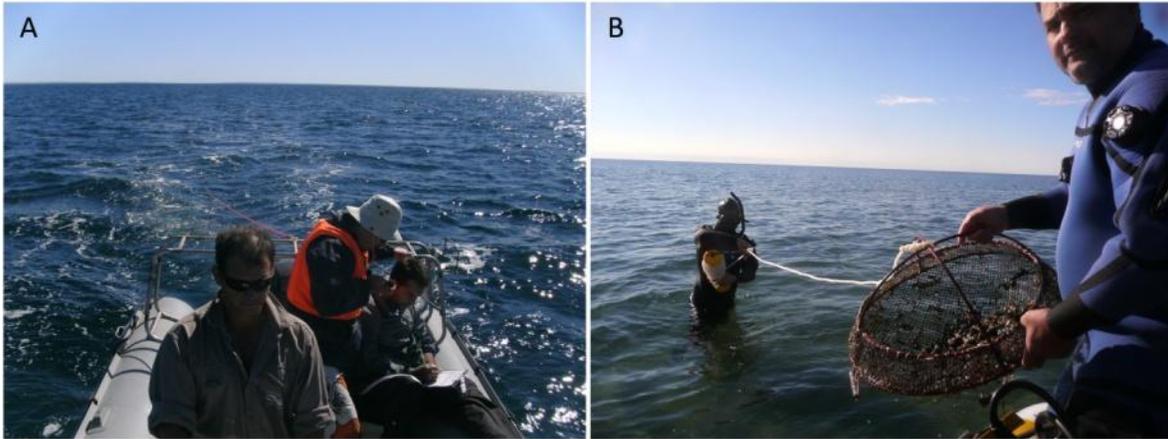


Figura 2.4. (A) Prospectando una transecta longitudinalmente. (B) Fondeando una trampa en un punto fijo a baja profundidad. (Foto B: Soledad Zabala).

Para la determinación de la composición bioquímica (capítulo 4) y Toxina Paralizante de Moluscos y metales (capítulo 5), los muestreos se realizaron mensualmente desde septiembre de 2010 hasta julio de 2011 en playa Villarino (GSJ). En el mes de agosto no se realizó muestreo debido a condiciones climáticas adversas. Cada muestreo consistía en capturar manualmente mediante buceo autónomo individuos de *O. magellanica* y *B. cochlidium* sobre fondos mixtos e individuos de *T. geversianus* sobre restingas submareales. El número de individuos capturados variaba en función de la especie. Además, al iniciar la navegación hacia el sitio de muestreo, se fondeaban dos trampas cebadas (con carne ovina o bovina) entre los 2 y 5 m de profundidad con la finalidad de capturar individuos de *B. globulosus*, debido a su comportamiento en la alimentación (carroñero). Los individuos capturados eran mantenidos vivos en tanques cerrados, con agua de mar de la zona hasta su llegada al CENPAT, donde eran dispuestos en peceras de la sala de acuario experimental hasta su procesamiento final. Para el estudio de la estacionalidad reproductiva (capítulo 3), en cada muestreo mensual en playa Villarino se registraron la presencia o ausencia de ovicápsulas o de hembras portadoras de las mismas, según la especie. Además, en un sólo muestreo se recolectaron individuos de *T. geversianus* y *B. globulosus* de todas las tallas encontradas para realizar estudios de primera madurez reproductiva mediante técnicas histológicas (capítulo 3), no siendo

necesario capturar y sacrificar individuos de *B. cochlidium* y *O. magellanica* para este último fin ya que la talla de primera madurez sexual se tomó de la bibliografía existente.

En laboratorio y luego de registrar las variables morfológicas y gravimétricas para cada individuo por especie, se congelaron a los ejemplares para posterior determinación de su composición bioquímica, de Toxina Paralizante de Moluscos y metales (ver metodología de los análisis en los capítulos 4 y 5, respectivamente).

CAPÍTULO 3:
EVALUACIÓN PESQUERA DE
GASTERÓPODOS

3.1 INTRODUCCIÓN

En el Mar Argentino habitan gasterópodos que presentan un importante o creciente interés pesquero con potencialidad de ser explotados (Carcelles, 1947; Ciocco, 1995; Lasta *et al.*, 1998). La familia Volutidae es la más representativa de éstas debido a que sus capturas sostienen la biomasa del recurso caracol comercializado en el país siendo las que se registran en la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura desde hace 8 décadas (Sánchez *et al.*, 2012). Además de los grandes gasterópodos de la familia Volutidae, en la costa argentina existen especies de menor tamaño que son capturadas en forma esporádica o presentan potencialidad de consumo pertenecientes a las familias Nassariidae, Muricidae, Buccinidae y Olividae, entre otras (Lasta *et al.*, 1998).

En las costas de la Provincia del Chubut habitan gasterópodos de la familia Volutidae, con un creciente interés pesquero por su gran tamaño y rendimiento (Bigatti y Ciocco, 2008) y de la familia Nassariidae, las cuales están siendo explotados comercialmente (Narvarte, 2006; Narvarte *et al.*, 2008; Averbuj *et al.*, 2010; Averbuj *et al.*, 2014). Así mismo, la familia Muricidae en aguas patagónicas está representada por una especie que ha sido planteada como potencial recurso de consumo en Argentina (Cumplido, 2009; Cumplido *et al.*, 2010) y que en Chile tiene una gran importancia pesquera aportando grandes desembarques para la región (González *et al.*, 2007; SERNAPESCA, 2010). Debido a lo anterior, las especies estudiadas durante esta tesis son *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium*, *Buccinanops globulosus* y *Trophon geversianus*.

***Odontocymbiola magellanica* (Volutidae)**

La familia Volutidae comprende 43 géneros y más de 200 especies que habitan océanos y mares de todo el mundo encontrándose desde aguas someras hasta profundidades abisales (Darragh y Ponder, 1998). En América, la familia Volutidae está ampliamente distribuida e incluye 12 géneros representados en las costas del Mar Caribe, Brasil, Uruguay, Argentina y Chile con más de 20 especies (Bigatti *et al.*, 2014). Por su

elevado valor económico, los gasterópodos volútidos han sido incorporados como nuevo recurso pesquero en el mundo (Bigatti y Ciocco, 2008). En Argentina existen numerosos trabajos sobre la biología y ecología de la familia (Giménez y Penchaszadeh, 2002, 2003; Cledón *et al.*, 2005; Giménez *et al.*, 2005; Luzzato, 2006; Bigatti *et al.*, 2008; Penchaszadeh *et al.*, 2009; Pereyra *et al.*, 2009; Arrighetti y Penchaszadeh, 2010; Roche, 2013; Zabala *et al.*, 2013a, 2013b; Bigatti *et al.*, 2014). En los golfos norpatagónicos, estos gasterópodos han sido señalados como potencial recurso de la pesca artesanal por varios autores (Ciocco, 1995, 1999, 2000; Lasta *et al.*, 2000; Bigatti y Ciocco, 2006, 2008) y en la pesca de arrastre de Mar del Plata (Lasta *et al.*, 1998; Giménez *et al.*, 2005). En los últimos años se ha estudiado la biología reproductiva, el crecimiento y la dieta de algunas especies (Giménez y Penchaszadeh, 2002, 2003; Miloslavich *et al.*, 2003; Cledón *et al.*, 2005; Bigatti, 2005; Bigatti *et al.*, 2008; Penchaszadeh *et al.*, 2009; Arrighetti y Penchaszadeh, 2010; Zabala *et al.*, 2013a, 2013b). En Argentina, los únicos volútidos explotados masivamente y declarados en la estadística por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura hasta el momento son *Zidona dufresnei* y *Adelomelon brasiliana* (Lasta *et al.*, 1998., Giménez y Penchaszadeh, 2002, 2003; Giménez *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2012). Ciocco (1999) y Bigatti y Ciocco (2008) registraron en el Golfo San Matías (GSM) una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) media de todos los volútidos en conjunto de 65,85 Kg/buzo/hora (*Adelomelon beckii*, *Adelomelon ancilla* y *Z. dufresnei*), estimando una biomasa de $89,7 \pm 28,9$ ton y un stock estimado de hasta 155.000 caracoles en la zona comprendida entre Barranca Blanca y Punta Quiroga. En el Golfo San Jorge (GSJr), la CPUE media estimada fue de 59,5 Kg/b/h (*A. ancilla* y *Odontocymbiola magellanica*), con una biomasa estimada de $44,4 \pm 19,2$ ton y un stock similar estimado al del GSM, de 150.000 individuos. En la Provincia del Chubut, el volútido que más se consume es el "caracol pie rojo" *O. magellanica* (Figura 3.1) siendo comercialmente explotado en forma local sin regulaciones de captura (Bigatti y Ciocco, 2006, 2008). Sobre esta especie existen múltiples estudios sobre su reproducción, desarrollo embrionario, parámetros poblacionales, imposex, calidad sanitaria del recurso, dieta, crecimiento y mecanismos de

alimentación (Bigatti, 2005; Bigatti y Carranza, 2007; Bigatti *et al.*, 2007; Bigatti y Ciocco, 2008; Bigatti *et al.*, 2008; Del Brio, 2011; Cumplido *et al.*, 2012; Bigatti *et al.*, 2014).



Figura 3.1. Ejemplares de *O. magellanica*, (A) desplazándose sobre el sustrato y (B) con el pie retraído; obsérvese que no presenta opérculo. Escala de barras: 2 cm.

Distribución y características de *Odontocymbiola magellanica*

Odontocymbiola magellanica se distribuye desde los 35° S hasta el Estrecho de Magallanes y el canal de Beagle en el Océano Atlántico y en el Océano Pacífico hasta la Isla de Chiloé (42° S), Chile (Castellanos, 1970; Castellanos y Landoni, 1992; Gallardo y Penchaszadeh, 2001; Bigatti *et al.*, 2014). Es una especie carnívora que se alimenta exclusivamente de moluscos, siendo bivalvos y gasterópodos de menor tamaño sus presas principales. Las presas son inmovilizadas con su pie e ingeridas vivas luego que los músculos que cierran la valva o concha de sus presas son relajados por medio de secreciones alcalinas (pH= 10) producidas en la glándula salival accesoria (Bigatti *et al.*, 2007). Las presas de *O. magellanica* en los golfos norpatagónicos son principalmente el caracol *Tegula patagonica* y la almeja navaja *Ensis macha*, seguido en menor proporción de la almeja *Leukoma antiqua*, la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus* y los caracoles *Buccinanops globulosus*, *Trophon geversianus* y *Crepidula* sp., entre otras (Bigatti, 2005; Bigatti *et al.*, 2010). Se reproduce mediante fecundación interna y las hembras depositan

ovicápsulas esféricas de color blanco cubiertas por una capa de calcita magnesiana, que adhiere a rocas, a restos de conchas de otros moluscos o a puestas de elasmobranquios. Estas ovicápsulas presentan entre 6 y 12 huevos o embriones en su interior y su desarrollo, estudiado en acuario, dura entre 2 a 3 meses. En Golfo Nuevo, *O. magellanica* presentó una talla mínima de madurez reproductiva de 8 cm para machos (correspondiente a 7 años de edad aproximadamente) mientras que las hembras fueron maduras a los 9 cm de longitud total de concha (correspondiente a 8 años de edad) (Bigatti *et al.*, 2008).

***Buccinanops cochlidium* y *Buccinanops globulosus* (Nassariidae)**

La familia Nassariidae tiene representantes en aguas tropicales, templadas y frías en la mayoría de las provincias biogeográficas del mundo, dominando ambientes submareales de aguas poco profundas y fondos blandos, aunque también habitando ambientes intermareales rocosos o de grandes profundidades (Cernohorsky, 1984; Harasewych, 1998). En Argentina, dicha familia está representada por especies de los géneros *Nassarius*, de amplia distribución mundial, y *Buccinanops* que sólo habita el Atlántico sudoccidental (Cernohorsky, 1984; Rios, 1994). En Argentina, existen estudios sobre biología reproductiva, desarrollo embrionario, parasitismo, dieta y crecimiento de *Buccinanops cochlidium* (comúnmente llamado “caracol picante”, “mochilero” o “pie negro”) (Figura 3.2) en las costas de Chubut (Averbuj, 2009; Averbuj y Penchaszadeh, 2008, 2010; Averbuj y Cremonte, 2010; Averbuj *et al.*, 2010), siendo esta especie capturada localmente sin escala comercial en el Golfo San José (Averbuj *et al.*, 2010).

También se han desarrollado estudios de la estructura poblacional, biología reproductiva, importancia pesquera, edad, crecimiento, mortalidad y morfometría de *Buccinanops globulosus* (Figura 3.3) en los golfos San Matías y Nuevo (Narvarte, 2006; Narvarte *et al.*, 2008; Avaca *et al.*, 2012; Avaca *et al.*, 2013a, 2013b; Averbuj *et al.*, 2014). El “caracol globoso” *B. globulosus* registró capturas anuales durante el periodo 2000 - 2004 que oscilaron entre 20 a 9.200 Kg en San Antonio Oeste (Río Negro). Esta especie se

comercializa en algunos mercados regionales, siendo muy apetecido en el mercado oriental de Buenos Aires (Narvarte, 2006; Avaca, 2010).

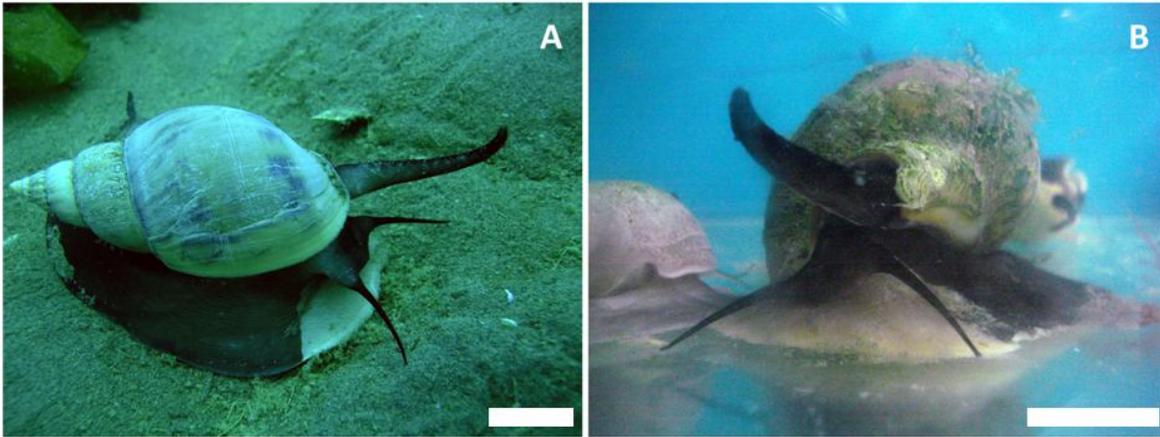


Figura 3.2. Ejemplares de *B. cochlidium*, (A) desplazándose sobre el sustrato y (B) en acuario posterior a su captura. Escala de barras: 2 cm. (Foto A: Andrés Averbuj).



Figura 3.3. Ejemplares de *B. globulosus* en el intermareal arenoso. Escala de barras: 2 cm.

Distribución y características de *Buccinanops cochlidium*

Buccinanops cochlidium se distribuye desde Espíritu Santo, Brasil (19° S) hasta el Golfo Nuevo, Chubut (43° S) (Rios, 1994; Averbuj, 2009). Es la especie de mayor tamaño dentro del género, alcanzando los adultos cerca de 11 cm de longitud con más de 100 g de peso húmedo de sus partes blandas, y es considerada la especie de mayor tamaño de la

familia Nassariidae (Cernohorsky, 1984; Allmon, 1990). Es una especie carnívora oportunista y se alimenta principalmente de moluscos bivalvos, ingiriendo sus presas vivas (cuando son menores en talla), débiles o muertas, siendo una especie clave en las comunidades donde habita como depredador o carroñero. En el Golfo San José, las almejas *Ensis macha* y *Tellina petitiana* son sus presas principales, aunque también presenta hábitos carroñeros sobre restos de peces, cangrejos y holoturias (Averbuj, 2009; Averbuj *et al.*, 2012). Se reproducen mediante fecundación interna y las hembras depositan las ovicápsulas sobre su concha. Las puestas consisten en 145 ovicápsulas en promedio, adheridas a la región del callo de las conchas maternas con aproximadamente 3.100 huevos por ovicápsula. Éstas son aplanadas y largas, de forma triangular a rectangular, de las que eclosionan en promedio $5,4 \pm 2,5$ embriones por cada ovicápsula en aproximadamente 4 meses (Averbuj, 2009). En el Golfo San José, su talla mínima de madurez reproductiva correspondió a 3,7 cm en machos y a 8 cm en hembras (Averbuj, 2009; Averbuj *et al.*, 2010). En cuanto a su palatabilidad, esta especie presenta una carne suave y con agradable sabor, llevándola a ser blanco de captura ocasional como pesca artesanal de los buzos marisqueros de las costas chubutenses (Averbuj, 2009).

Distribución y características de *Buccinanops globulosus*

Buccinanops globulosus se distribuye en aguas templadas del Océano Atlántico suroeste desde Uruguay (34° S) hasta la Provincia de Santa Cruz, Argentina (48° S) (Castellanos, 1967; Scarabino, 1977). Es una especie que se encuentra típicamente en el intermareal de sedimentos finos y/o cantos rodados hasta los 10 m de profundidad (Scarabino, 1977; Lasta *et al.*, 1998). Es necrófaga o carroñera que depreda principalmente sobre otros moluscos y cangrejos (Scarabino, 1977). Presenta reproducción sexual interna y las hembras colocan las puestas sobre sus conchas, variando entre 21 y 60 ovicápsulas por hembra (Narvarte *et al.*, 2008). De cada ovicápsula emerge un juvenil en estado reptante en aproximadamente 3 meses de desarrollo embrionario (Averbuj *et al.*, 2014). La madurez reproductiva es alcanzada entre los 2 y 4 años, con tallas variando entre 1,45 cm y 4 cm (Narvarte *et al.*, 2008; Avaca, 2010). En Golfo Nuevo, se registró la mínima talla de una hembra copulando de 1,73 cm y la mínima

talla de oviposición de 2,01 cm (Averbuj *et al.*, 2014). Desde el año 2000 se desarrolla una pesquería comercial de tipo artesanal sobre *B. globulosus* en el Golfo San Matías (Río Negro), sobre una población que presenta las mayores tallas conocidas (hasta 6 cm de longitud) (Narvarte, 2006). La explotación de la especie se administra por asignación de permisos de pesca individual a pescadores artesanales siendo una especie secundaria con respecto a otras de mayor demanda comercial (Narvarte *et al.*, 2007). Se captura mediante buceo, previo cebado de la zona (Narvarte *et al.*, 2007) y sus capturas fluctúan según oscilaciones del mercado interno (Avaca, 2010). En la zona de Golfo Nuevo se la recolecta manualmente o por trampas cebadas, siendo consumida localmente o con pequeñas capturas esporádicas destinadas al comercio en mercados orientales de Buenos Aires.

***Trophon geversianus* (Muricidae)**

La familia Muricidae es un importante componente de las comunidades marinas alrededor del mundo con más de 1.150 especies agrupadas en 8 subfamilias (Vokes, 1996). Son depredadores marinos ampliamente distribuidos que presentan una gran importancia económica (Benkendorff *et al.*, 2004), con numerosas especies dentro de la familia capturadas para fines comerciales como *Concholepas concholepas*, *Bolinus brandaris*, *Chorus giganteus*, *Thais chocolata*, *Xantochorus cassidiformis* y *Hexaplex trunculus*, entre otras (Gallardo, 1973; Avendaño *et al.*, 1996; Solé *et al.*, 1998; Gutiérrez y Gallardo, 1999; Vasconcelos *et al.*, 2008).

Trophon geversianus (“caracol trofon o perforador”) (Figura 3.4), es un murícido común en toda la costa patagónica del cual se conocen datos de su ciclo reproductivo y desarrollo embrionario en el Golfo Nuevo (Cumplido, 2009; Cumplido *et al.*, 2010; Cumplido *et al.*, 2011). Estudios demostraron que esta especie es apta para cultivo en cautiverio al inducir a las hembras a colocar ovicápsulas en acuarios (Cumplido *et al.*, 2010), técnica que ya se está desarrollando en el sur de Chile (Santana, 1998; Santana y Cañete, 2001). En esta última región, se realizó un estudio para contribuir al manejo sustentable del recurso *Trophon* (González *et al.*, 2007). En Chile en 2006, se registró un

desembarque anual de 550 ton de *T. geversianus* por la flota pesquera artesanal de Chile (SERNAPESCA, 2007).



Figura 3.4. Ejemplares de *T. geversianus*, (A) depredando sobre un mitílido y (B) en laboratorio previo a su procesamiento. Escala de barras: 1 cm.

Distribución y características de *Trophon geversianus*

Trophon geversianus presenta un rango geográfico muy extenso, distribuyéndose desde la provincia de Buenos Aires hasta el Banco Namuncurá/Burdwood en el Atlántico suroeste, Tierra del Fuego y las Islas Malvinas y a lo largo del Pacífico sureste desde los 42° S hasta los 56° S entre la Isla Grande de Chiloé y el Cabo de Hornos (Castellanos y Landoni, 1993; Pastorino, 2005; Griffin y Pastorino, 2005). La especie puede llegar a medir hasta 10 cm y presenta una gran variabilidad morfológica, hecho que se verifica en la gran cantidad de sinónimos reconocidos (Pastorino, 2005). Es una especie carnívora que se alimenta realizando perforaciones en las valvas calcáreas de sus presas por intermedio del “órgano perforador accesorio” (ABO, según sus siglas en inglés: *Accesory Boring Organ*), único entre los invertebrados y complejo desde el punto de vista histológico, fisiológico y bioquímico (Harasewych, 1984; Carriker y Gruber, 1999; Pío, 2010). Se reproduce por fecundación interna y presenta desarrollo directo con la presencia de huevos nutritivos como fuente suplementaria de alimento embrionario (Penchaszadeh, 1976). Las hembras adhieren sus puestas en oquedades del sustrato que actuarían como refugio (Cumplido, 2009; Cumplido *et al.*, 2010). Cada ovicápsula presenta entre 152 y 240 huevos cuando

son colocadas y al final del desarrollo embrionario que dura entre 100 y 120 días eclosionan entre 2 y 6 juveniles. En acuario, cada hembra coloca entre 6 y 26 ovicápsulas por puesta (Cumplido, 2009; Cumplido *et al.*, 2010; Cumplido *et al.*, 2011).

CONTEXTO DE LA EVALUACIÓN PESQUERA DE GASTERÓPODOS

En América Latina, las pesquerías artesanales de pequeña escala de invertebrados bentónicos, entre ellos los gasterópodos, están basadas en el elevado valor de las especies. Este valor está representado como una fuente importante de alimento, en la generación de empleo e ingresos económicos por esta pesquería y, en algunos casos, por la exportación del recurso a otros países (Castilla y Defeo, 2001). En la Provincia del Chubut, en los últimos 40 años la marisquería mediante buceo ha sido sostenida casi exclusivamente por bivalvos epibentónicos (Ciocco, 2000), en su mayoría por parte de la vieira *Aequipecten tehuelchus* (Orensanz *et al.*, 2007). No existe una pesquería declarada del recurso caracol en la zona, pero diferentes especies son capturadas en forma accesoria en la pesca de bivalvos y son comercializados internamente siendo un aporte económico para el sostén de pescadores artesanales de la región (Bigatti y Ciocco, 2008). Hasta el presente, el consumo de caracoles marinos en Chubut se restringe a restaurantes o familias (Bigatti y Ciocco, 2006, 2008), pero no existe una regulación que los proteja de la extracción pesquera. Actualmente en locales de venta de mariscos del puerto de Rawson (Chubut) se vende “pulpa de caracol” (pie) a 120\$/kg o en pescaderías de Puerto Madryn que se vende a 80\$/kg, donde en ambos casos la captura proviene del Golfo San José.

Actualmente, se realiza un esfuerzo mayor en maximizar la captura de un recurso explotado que el implementado en la exploración de nuevos recursos. Una de las metas de la industria pesquera debería ser la de encontrar nuevos recursos que puedan abastecer las demandas de consumidores y disminuir la presión de sobrepesca sobre los recursos en explotación (FAO, 2012). En los últimos tiempos, empresas extranjeras y particulares nacionales se han interesado por la pesca de gasterópodos marinos en la Provincia del Chubut, por lo que su conocimiento y el planteo de pautas de manejo previo

al desarrollo de la actividad en forma intensa contribuirían a la conservación de las poblaciones existentes. Se trata de recursos sensibles, poco conocidos, que requieren singular cuidado para su manejo (Ciocco, 2000). Se han realizado prospecciones pesqueras de moluscos en general con el objetivo de identificar nuevos recursos pesqueros, pero nunca se realizaron prospecciones específicas de caracoles comestibles. Dentro de esta búsqueda de nuevos productos, es de vital importancia la información de referencia del recurso para su explotación responsable con fines comerciales, si llegara a establecerse su captura masiva. Estudios como la determinación de parámetros morfológicos y gravimétricos de una población, estimaciones de la distribución, abundancia, densidad del recurso y de tallas de mínima madurez reproductiva son necesarios para prevenir o evitar el agotamiento o colapso del stock de una especie en el establecimiento de su explotación (Leiva y Castilla, 2002; Ciocco *et al.*, 2006; Bigatti *et al.*, 2008; Averbuj *et al.*, 2010).

3.2 OBJETIVOS

1. Identificar zonas con presencia de gasterópodos comestibles en el Golfo San José mediante encuestas estructuradas a pescadores artesanales y buzos.
2. Caracterizar y describir las poblaciones de gasterópodos bajo estudio mediante algunos parámetros morfogravimétricos, proporción sexual y rendimiento por especie.
3. Realizar experiencias de capturas con trampas cebadas describiendo el método en la zona de estudio.
4. Determinar las abundancias, densidades y biomasa de cada población de gasterópodo con potencial de explotación comercial y realizar cálculos de captura por unidad de esfuerzo experimental (CPUE).
5. Determinar la talla de primera madurez reproductiva de las especies.

3.3 METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación pesquera de las especies de gasterópodos en el Golfo San José, primeramente se realizaron encuestas a personas que conocieran el golfo y hayan hecho uso de este recurso. Luego se procedió a diagramar los muestreos y obtener datos de los parámetros de interés para posteriormente realizar el relevamiento en cuanto a presencia y abundancia de especies.

3.3.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS

Antes de comenzar las tareas de campo, se realizaron encuestas estructuradas (Figura 3.5) a pescadores artesanales y a personal técnico (buzos) del CENPAT con el fin de recabar información acerca de sitios con presencia y alta densidad de gasterópodos. En la confección de estas encuestas ayudaron investigadores especializados del CENPAT, donde la Dra. María Teresa Boschín y el Dr. Julio Vezub (antropóloga e historiador, respectivamente, pertenecientes al Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas) aportaron orientaciones de metodología etnográfica y el Dr. José María Orensanz (biólogo especializado en pesquerías marinas bentónicas, quien perteneció al Centro para el Estudio de Sistemas Marinos) revisó y corrigió la encuesta teniendo en cuenta los factores socio-económicos de la pesca artesanal de Chubut.



- | | |
|--|--|
| <p>I. Hace cuanto tiempo trabaja en el GSJ?</p> <p>II. Alguna vez pescó caracoles? 1- SI NO (ir a 2) 1b- Conoce estas especies? (mostrar las 4)</p> <p>1c- Cuales son las especie que extrae?</p> <p>1d- Cuanto estima que saca por año?</p> <p>1e- Las especies que extrae están asociadas a la captura de otras especies?</p> <p>1f- Con que técnica las extrae? Por buceo Por recolección costera Por trampas 1fi- Que camada ofrece en las trampas? 1fii- Cuanto tiempo deja las trampas?</p> <p>1g- Cual es la zona que mas caracoles vio? (marcar en mapa)</p> <p>2- Por que no extrae caracoles? Nunca encontró No le gustan Otros (explicar)</p> | <p>III. Ha comido alguna especie de caracol? SI NO a- Cual especie consumió?</p> <p>b- De donde la extrajo?</p> <p>c- Cual le pareció mas rica?</p> <p>IV. Aparte de las especies vio alguna especie grande?</p> <p>V. Tiene conocimiento de cómo son los huevos de caracol?</p> <p>VI. Pescaría y comercializaría caracoles si fuera rentable?</p> <p>VII. Que cree ud necesario para que esta pesquería progrese?</p> <p>VIII. Participaría de un taller dictado por investigadores del CENPAT para un conocimiento mayor del recurso?</p> |
|--|--|

Figura 3.5. Encuesta utilizada en la recopilación de información.

3.3.2 PARÁMETROS POBLACIONALES

Para cada individuo recolectado en los muestreos mensuales en playa Villarino (GSJ), se le registró la talla (longitud total de la concha: LT) y el ancho total (AT) mediante calibre. El peso total (PT), peso del cuerpo (PC) y peso del pie (PP) fue obtenido mediante balanza digital de precisión 0,1 g. Para registrar el PC fue necesario romper mecánicamente la concha de cada ejemplar mediante morsa o martillo, para luego separar los órganos del pie, registrando así el PP (Figura 3.6). A cada individuo sin concha se le determinó el sexo basado en la presencia o ausencia de caracteres sexuales secundarios (glándula del albumen y de la cápsula en hembras y ausencia de las mismas en machos), el color de la gónada y presencia o ausencia de pene. Se calculó la proporción

sexual de cada especie contabilizando el número de hembras y machos de cada población estudiada en función del número total de individuos muestreados y se realizó una prueba de chi-cuadrado para estudiar si la proporción difería de 1:1. Además, se determinó la presencia de imposex mediante la visualización del desarrollo de órganos masculinos - pene y/o *vas deferens*- en hembras, debido a la exposición a compuestos orgánicos tri-sustituidos, como el Tributilestaño (TBT).

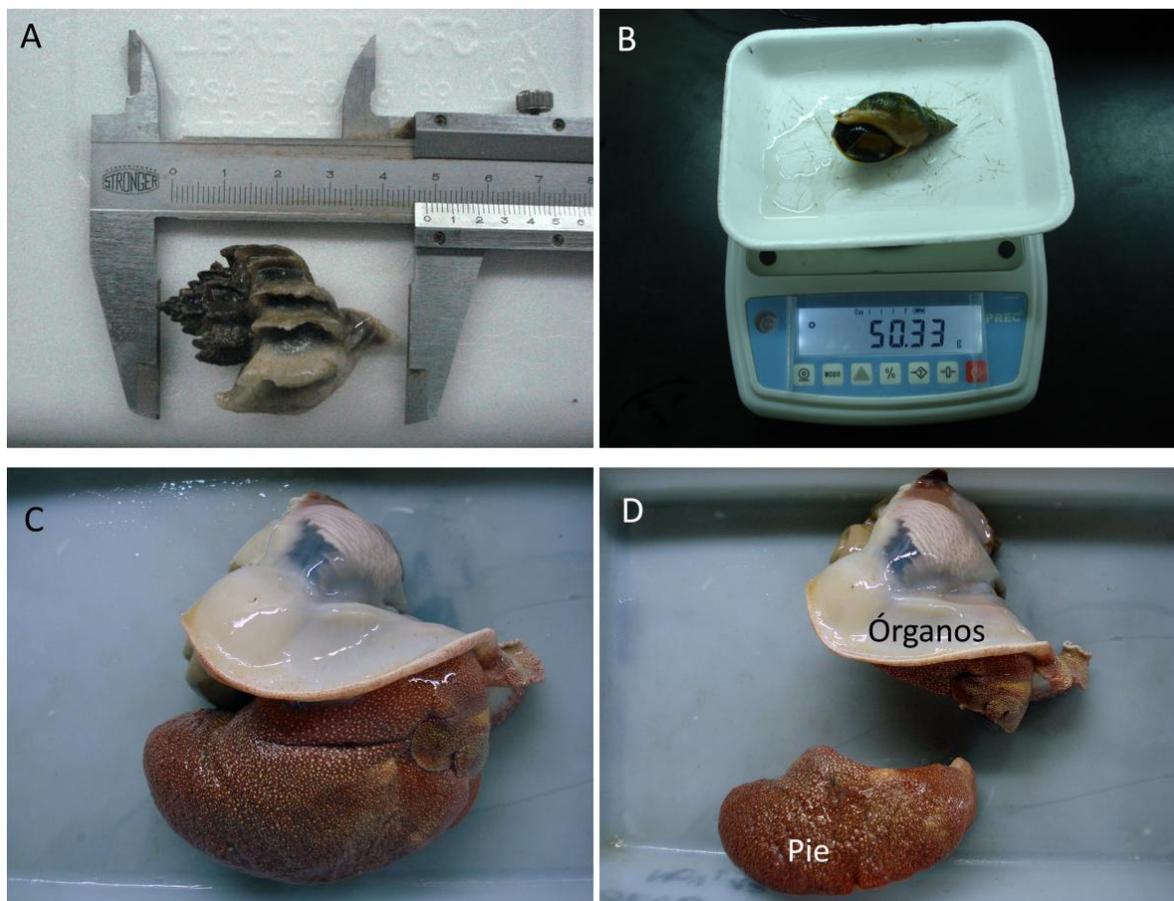


Figura 3.6. (A) Longitud total de la concha en *T. geversianus*. (B) Peso total en *B. cochlidium*. (C) Cuerpo de *O. magellanica* sin concha. (D) Pie de *O. magellanica* separado del resto de órganos.

Luego de separar a los individuos por sexo, se analizaron los datos morfológicos y gravimétricos para cada especie de la siguiente manera:

- Se realizaron tablas de resumen de estadística descriptiva de cada parámetro de interés (talla, ancho total, peso total, peso del cuerpo y peso del pie).
- Se corroboró la normalidad de los datos usando la prueba de Lilliefors y la homocedacia de la varianza con la prueba de Levene. Si éstos no eran significativos por falta de homogeneidad se procedió a realizar transformaciones de la raíz cuadrada y potencia.
- Para analizar los rangos de talla se realizaron histogramas de frecuencias de tallas y se evaluó la diferencia entre machos y hembras con un ANOVA de 1 vía (en el caso de cumplir los supuestos de normalidad y homocedacia de la varianza) o la prueba U de Wilcoxon y Mann-Whitney (en el caso de no cumplir con los supuestos).
- Para comparar los valores de peso total, peso del cuerpo y peso del pie entre machos y hembras para cada especie se realizaron gráficos de cajas (*Box-Plot*). Para los datos que cumplieron los supuestos, se evaluó la diferencia entre machos y hembras mediante un ANOVA de 1 vía y se compararon graficando la media. Para los que no cumplieron los supuestos se comparó la diferencia graficando la mediana y evaluando la diferencia mediante la prueba U de Wilcoxon y Mann-Whitney.
- El grado de significancia que se utilizó fue de 0,05 y los análisis se realizaron con el programa *Statistica 7*.

3.3.3 RELEVAMIENTO PESQUERO

Se realizaron campañas de prospección pesquera en las costas del Golfo San José (Chubut) en zonas elegidas sobre la base de resultados de las encuestas realizadas que informaban altas abundancias de gasterópodos comestibles. También se utilizaron para la elección de los sitios de muestreo datos de zonas con presencia de gasterópodos, obtenidas en el relevamientos de bancos de vieyra tehuelche *Aequipecten tehuelchus* en la campaña SANJO/2008 (Parma *et al.*, 2008). Las zonas costeras elegidas para el

relevamiento pesquero de gasterópodos fueron, en dirección Oeste-Este: zona 1, La Tapera (LT) y Punta Mejillón (PM); zona 2, Punta Gales (PG), Isla de los Pájaros (IP) y Punta Logaritmo (PL); zona 3, Larralde (La) y Villarino (Vi); zona 4, Fracasso (Fr), "El 39" y Punta Conos (PC) y zona 5, Bengoa (Bg), Baliza Sarmiento (BS) y San Román (SR) (Figura 3.7).

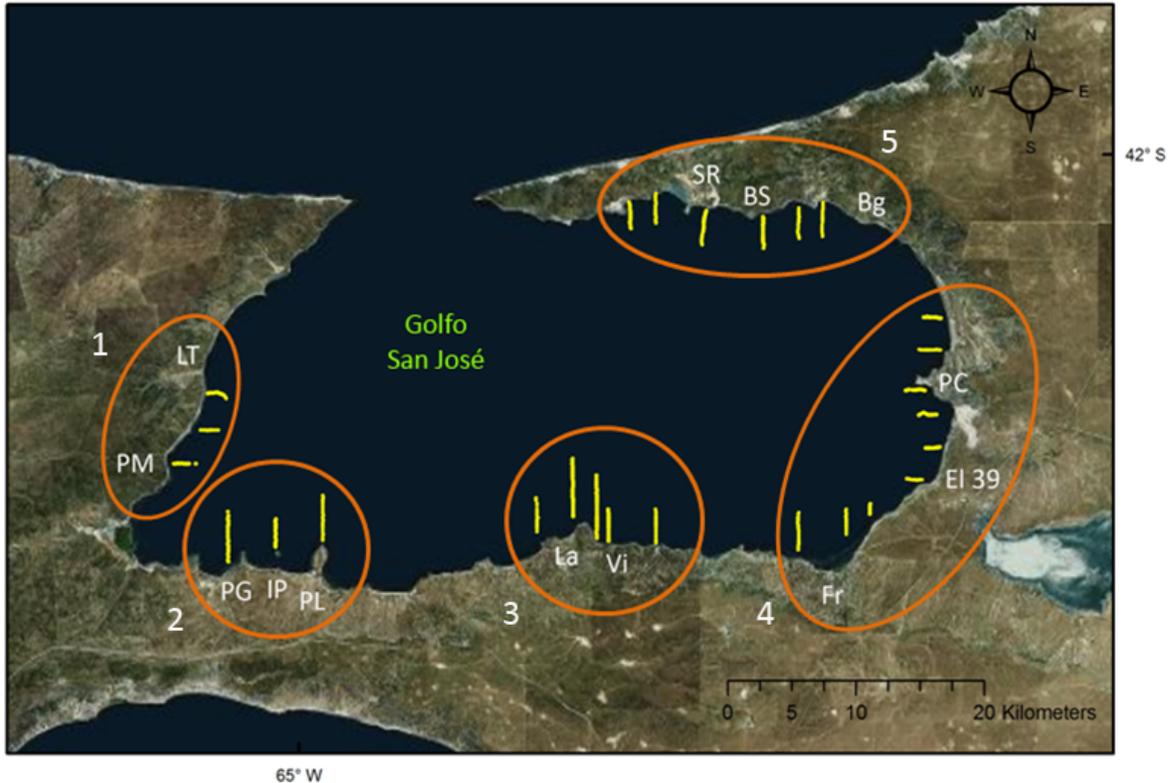


Figura 3.7. Zonas del Golfo San José donde se realizó el relevamiento de gasterópodos.

El relevamiento consistió en prospectar las diferentes zonas mediante tres técnicas diferentes: fondeo de trampas cebadas y prospecciones en forma circular alrededor de un punto o longitudinal sobre una transecta submareal.

3.3.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas

Esta técnica consistió en fondear trampas con cebo en su interior a diferentes profundidades y tiempos variables. Las trampas (Figura 3.8) tienen forma de cono truncado, están forradas con una malla de 1 cm de orificio, atadas con un cabo y una boya en su extremo que permite su recuperación. El cebo utilizado fue carne ovina y bovina en

estado de descomposición, lo que favorece la pluma de olor que es detectada por el osfradio de los gasterópodos carroñeros. Este tipo de prospección se realizó en las playas Villarino, Fracasso, Bengoa y San Román a diferentes profundidades y se contabilizó el número de gasterópodos capturados por trampa, pesando la captura total.

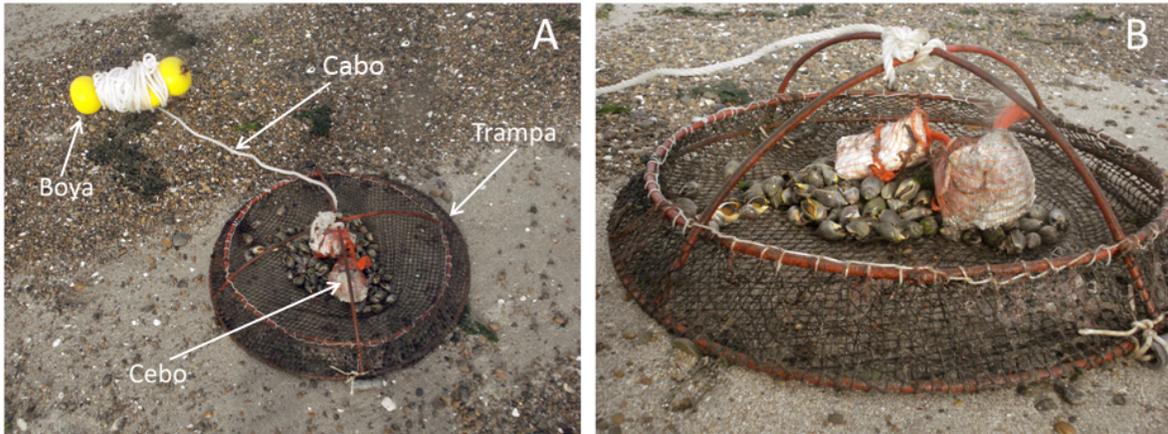


Figura 3.8. Trampas de gasterópodos con cebo en su interior. (A) Componentes de una trampa. (B) Ejemplares de *Buccinanops globulosus* capturados con la trampa al ser atraídos por el cebo.

En diciembre de 2009, se realizó el primer muestreo utilizando las trampas con cebo ovino. En playa Villarino se dispusieron 2 trampas a 3 m de profundidad, 2 trampas a 5 m, 1 trampa a 10 m y 1 trampa a 15 m de profundidad y se las dejó en el fondo durante 3 horas. Además, se fondeó una trampa cebada a 8 m de profundidad durante toda la noche. En marzo de 2010, en playa Fracasso durante 2 h se fondearon 2 trampas cebadas con carne bovina a 8 m de profundidad y 2 trampas a 4 m. En abril de 2010, en las playas Bengoa y San Román, se fondearon 3 trampas con cebo bovino en cada playa a 5 m de profundidad durante 3 h. Todas las trampas fueron fondeadas en marea alta o cuando la marea estaba comenzando a bajar.

Al finalizar el tiempo destinado a la captura, se sacaban las trampas y se contabilizaban *in situ* el número de gasterópodos capturados por trampa registrando la talla (LT) por individuo, el peso total de la captura y la presencia de otros organismos en la trampa.

3.3.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas

Esta técnica consistió en definir transectas subacuáticas georreferenciadas perpendiculares a la línea de costa y sobre ésta se realizó la prospección, puntual o longitudinalmente.

Prospección puntual

La prospección puntual se realizó definiendo un punto (o estación) a determinada profundidad sobre una transecta recorriéndolo de manera circular con diámetro conocido, contabilizando la cantidad de gasterópodos observados dentro del mismo. Las transectas fueron trazadas en las playas Bengoa y San Román en abril de 2010 y en playa Villarino en julio de 2010, que pertenecen al dominio Este del Golfo San José. Sobre cada transecta, se seleccionó un primer punto a los 25 m de profundidad y un buzo se sumergió con una soga de 4 m de largo (radio de la circunferencia), la cual estaba atada a una estaca de hierro. Al llegar al fondo, el buzo clavó la estaca en el sustrato y extendió la soga en su totalidad. Luego procedió a recorrer en círculo el punto sosteniéndose de la soga y capturó a todos los gasterópodos encontrados dentro de la circunferencia. La estación a los 25 m de profundidad fue georreferenciada y al terminar su prospección, se procedió a hacer lo mismo cada 5 m de profundidad sobre toda la transecta hasta la estación de 5 m de profundidad. Sobre cada estación, el buzo además de capturar todos los gasterópodos dentro del círculo, registró el tipo de fondo, la fauna acompañante y el tiempo necesario para prospectar el círculo. La captura en cada estación fue separada por especies y pesada en balanza digital. Los buzos realizaron este trabajo con tanques de aire comprimido. Fueron planeadas dos prospecciones puntuales en el dominio Oeste, en Punta Mejillón y Punta Gales, pero no se pudo llevar a cabo por condiciones meteorológicas inestables, lo cual imposibilitó experimentar este tipo de técnica en este dominio.

El relevamiento realizado con trampas y mediante círculos puntuales fue anterior al relevamiento pesquero de mayor envergadura (prospección longitudinal por bandas) realizado en esta tesis. Estas dos técnicas se realizaron con la única finalidad de reconocer qué tipo de especie se encontraba a cada profundidad y el tipo de fondo al que estaban

asociados. Se eligieron las playas de Villarino, Bengoa y San Román por ser de fácil acceso y ser reconocidas por los pescadores como importantes en abundancia de gasterópodos.

Prospección longitudinal por bandas

Este tipo de prospección consiste en relevar toda la transecta longitudinalmente. La metodología utilizada en este tipo de relevamiento fue similar al utilizado en estudios previos de prospección pesquera de gasterópodos (Bigatti y Ciocco, 2008), basadas en las transectas realizadas en el relevamiento de la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus* en el Golfo San José durante las campañas SANJO (realizadas desde 1996 hasta la actualidad). La transecta a prospectar se definió georreferenciando un punto a los 25 m de profundidad y se continuó relevándola perpendicularmente a la costa en línea recta hasta los 5 m de profundidad. Al fijar el punto a los 25 m, un buzo con cabo atado a su cintura y la manguera de aire de superficie, se sumergió hasta llegar al fondo, desde donde comenzó a recorrer en forma longitudinal la transecta siendo arrastrado por un bote, el cual se desplazaba a una velocidad de 2-3 nudos. Cada 100 m de longitud recorridos medidos con GPS, al buzo se le comunicó mediante un tirón de la soga desde superficie y éste registró el tipo de fondo, la profundidad, el número observado de gasterópodos por especie (abundancia) y la fauna acompañante observados en una banda o franja de 2 m de ancho en su trayecto. Por ende, cada transecta estaba dividida en semitransectas de 100 m de longitud por 2 m de ancho y la densidad de gasterópodos fue calculada en ella como la cantidad de individuos por m^2 . Asimismo, se calculó la biomasa promedio estimada por especie utilizando el peso individual total (Pt) promedio y el número de ejemplares registrados en el área total prospectada y por zonas. Al finalizar la prospección de la transecta llegando a los 5 m de profundidad, se analizaron los datos *in situ* y se procedió a determinar la semitransecta con mayor cantidad de gasterópodos. En cada semitransecta con alta abundancia de gasterópodos, se realizó una captura experimental durante 15 minutos. Con estas capturas se realizaron estimaciones de captura por unidad de esfuerzo experimental (CPUE), expresando los resultados obtenidos como el peso (en Kg) de gasterópodos capturados por un buzo en 15 minutos. Los registros de abundancia,

densidad y CPUE se georreferenciaron en el Golfo San José mediante el programa ArcMap versión 9.3 (ArcGis 9).

Análisis estadísticos

Se evaluaron si existían diferencias significativas por especie en cuanto a su peso total y talla entre dominios. En el caso de cumplir los supuestos se procedió a utilizar un ANOVA de 1 vía o si eran heterogéneos en varianza se utilizó la prueba U de Wilcoxon y Mann-Whitney, graficando las variables de interés en función de los dominios en gráficos de ANOVA o gráficos de caja (*Box-Plot*), respectivamente. Se realizó un análisis multivariado *Multidimensional Scalling* (MDS) para evaluar similitudes y diferencias entre los pesos de los individuos capturados en cada dominio por especie, mediante el programa PRIMER 7. Para realizar el análisis del peso individual, se tomó como variable el peso total individual/talla individual con la finalidad de independizar el peso de la talla. Los análisis MDS se trabajaron con una matriz de similitud de *Bray Curtis* y en cada uno se obtuvo un índice de stress indicando la distancia euclidiana entre grupos resultantes. Se considera un buen índice si el stress ≤ 1 .

3.3.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA

En playa Villarino (GSJ) se realizó un muestreo donde se recolectaron 70 individuos de *B. globulosus* de todas las tallas encontradas en el intermareal por medio de una trampa cebada y 70 individuos de *T. geversianus* en el submareal por recolección manual mediante buceo autónomo. En el laboratorio, se disectaron las gónadas luego de registrar su peso total, peso del cuerpo, peso del pie, largo y ancho de la concha, como se explicó en 3.3.2. A la gónada de cada ejemplar se la fijó en solución de Bouin durante 2 a 3 hs conservándose posteriormente en etanol 70° hasta su procesamiento histológico. La talla de primera madurez sexual de *O. magellanica* y *B. cochlidium* se tomó de la bibliografía existente según Bigatti *et al.* (2008) y Averbuj (2009), respectivamente, evitándose así sacrificar ejemplares de estas especies para este fin. Los cortes histológicos de las gónadas se realizaron en el Servicio de Histología del CENPAT siguiendo el protocolo de

deshidratación en una secuencia creciente de alcoholes y su posterior inclusión y montaje en parafina. Se realizaron cortes de 5 μm con un micrótopo de deslizamiento y, finalmente, éstos pasaron por el proceso de tinción en hematoxilina-eosina. Los cortes histológicos de gónadas coloreados fueron observados a microscopio óptico y fotografiados mediante cámara digital registrando la presencia o ausencia de tejido gonadal y gametas maduras.

La madurez gonadal se estableció en base a criterios histológicos. Las hembras que presentaban gónadas totalmente desarrolladas y oocitos pre y post vitelogénicos se consideraron maduras. A las hembras con oogonias en crecimiento desde las paredes del túbulo folicular se las consideró en etapa de maduración y se determinaron hembras inmaduras a aquellas en las que no se observó tejido gonadal o células germinales. Así mismo, los machos que presentaban gónadas totalmente desarrolladas con espermatozoides ocupando todo el acino testicular se los consideró maduros, a los que presentaron gonias en crecimiento desde las paredes del acino testicular y espermatozoides se consideraron machos madurando y en los que no se observó la gónada se los clasificó como inmaduros.

Para cada especie y por sexo, se realizó un histograma de frecuencias denotando la cantidad de individuos maduros, madurando e inmaduros en función de las tallas individuales. Se graficó la madurez gonadal en función de la talla (LT) y se establecieron regresiones logísticas, usando regresiones no lineales mediante cuadrados mínimos (*Statistica 8*), mediante la siguiente función:

$$Y = 1/[1 + \exp(a + b \cdot X)]$$

Donde X es la talla (LT, en cm) e Y es la madurez gonadal, mientras que a y b son constantes de la función. La talla a la cual el 50 % de la población (LT_{50}) de la población se encuentra madura se calculó mediante:

$$LT_{50} = -a/b$$

Como otro índice de madurez reproductiva, se trazaron rectas segmentadas entre el peso del cuerpo (PC) y la talla (LT) para cada sexo por especie. El algoritmo que se utilizó consiste en separar la variable independiente en grupos donde los datos ajusten mejor a una ecuación lineal, probando punto a punto cada recta hasta conseguir el mayor R^2 . La intersección de los segmentos, proyectada en la variable independiente, estima la talla de primera madurez reproductiva (Zabala, 2013).

3.4 RESULTADOS

3.4.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS

A partir de las 16 encuestas realizadas a pescadores que trabajan en el Golfo San José extrayendo mariscos artesanalmente se obtuvo información valiosa. Su aporte brindó información sobre los potenciales sitios de explotación del recurso caracol así como de la forma en que se realiza la extracción. Los resultados de dichas encuestas son los siguientes:

- ✓ El 95 % de los encuestados extrajo alguna vez el recurso caracol para consumo o venta.
- ✓ La antigüedad en la actividad de marisqueo varió entre 4 años y 32 años.
- ✓ Para capturas comerciales se recolectan *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium* y *Buccinanops globulosus* (Figura 3.9).
- ✓ Los encuestados aseguraron que estas especies se encuentran dispersas por todo el golfo, siendo las playas San Román, Bengoa, Los Morros, Larralde, Punta Logaritmo, Punta Gales y El Riacho las principales donde se encuentra *O. magellanica* y las playas Punta Conos, Fracasso, Villarino, Punta Mejillón y La Tapera las principales donde se encuentra *B. cochlidium* (Figura 3.10).
- ✓ Los encuestados sostienen que *B. globulosus* es muy común en los intermareales de toda playa arenosa y *Trophon geversianus* se encuentra sobre cualquier restinga de fondos duros tanto del intermareal como del submareal, aunque a esta especie no es capturada.
- ✓ La recolección de *O. magellanica* y *B. cochlidium* se realiza por buceo en forma manual.
- ✓ La recolección *B. globulosus* se realiza con trampas cebadas o recolección manual costera en marea baja.
- ✓ El 5 % de los encuestados extrae *B. globulosus* ofreciéndoles cualquier tipo de carnada en las trampas (carne ovina, bovina y pescado).

- ✓ El 10 % de los encuestados expuso que para extraer *B. globulosus* en algunas zonas fondean directamente cabezas de ganado ovino en descomposición atado a una soga, la cual extraen luego de un tiempo con caracoles adheridos.
- ✓ El 95 % de los encuestados asegura no tener una estimación de lo que se captura por año o por temporada.
- ✓ La extracción de *O. magellanica* está asociada a la captura de moluscos bivalvos: el 100 % de los encuestados asegura que en la temporada de extracción de “vieyra tehuelche” es cuando más se extrae caracol.
- ✓ El 100 % de los encuestados asegura no extraer *T. geversianus* pues no tiene mercado.
- ✓ El 100 % de los encuestados tiene conocimiento de las ovicápsulas de *O. magellanica*, *B. cochlidium* y *B. globulosus* (a las que llaman “huevos de caracol”) pero sólo el 10 % reconoce a las puestas de *T. geversianus*.
- ✓ El 5 % asegura capturar especímenes grandes de *O. magellanica* para vender la concha a coleccionistas de Buenos Aires.
- ✓ El 100 % asegura que es necesario que el manejo del mercado del producto se realice por parte del sector (pescadores artesanales), accediendo directamente al consumidor final.
- ✓ El 100 % de los encuestados asegura que en el país no es una costumbre el consumo de caracoles y que esto es una contra para el progreso de cualquier pesquería reglamentada.
- ✓ El 100 % asegura que participaría de un taller dictado por investigadores del CENPAT para un conocimiento mayor del recurso en cuanto a su biología y ecología se refiere.
- ✓ Como información complementaria, el 60 % de los encuestados afirma que al sur del Golfo San Matías se presentan gasterópodos de gran tamaño en donde también realizan sus labores de pesca. Estos gasterópodos pertenecen a la familia Volutidae.

Porcentaje (%) de pesca en GSJ

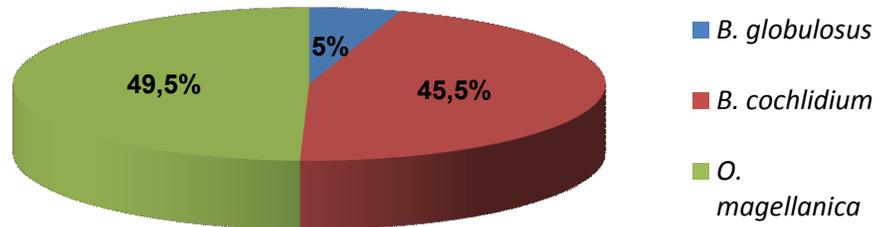


Figura 3.9. Porcentaje (%) de gasterópodos recolectados por pescadores artesanales.

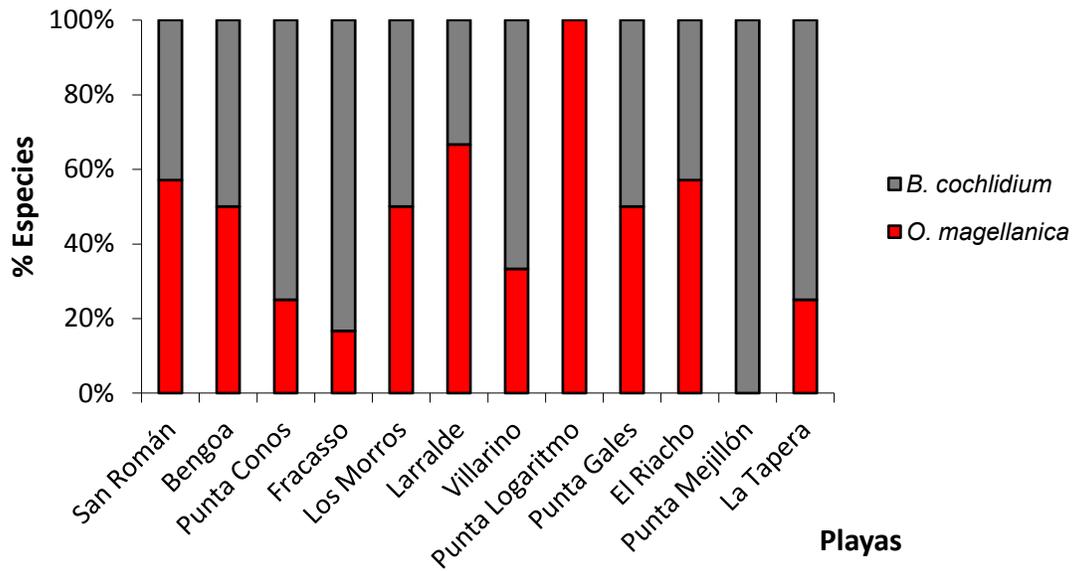


Figura 3.10. Porcentaje de especies declaradas por pescadores artesanales del GSJ en sus capturas de bivalvos.

3.4.2 PARÁMETROS POBLACIONALES

Odontocymbiola magellanica

Se recolectaron un total de 82 individuos de *Odontocymbiola magellanica* en Playa Villarino (GSJ) entre septiembre de 2010 y agosto de 2011. La proporción de sexos fue de 0,57 % para hembras y 0,43 % para machos. Esta proporción no difirió significativamente de 1:1 (N= 82; g.l.= 1; $p > 0,0001$). El color de la gónada en hembras presentó tonos marrones. Asimismo, ninguna hembra presentó signos de alteraciones sexuales por contaminación por TBT (pene o *vas deferens*) siendo nulo el índice de imposex. Los machos presentaron un pene conspicuo y el color de la gónada en tonos amarillos y naranjas.

La talla (LT) de las hembras capturadas variaron entre 12,3 cm y 17,5 cm y la de los machos variaron entre 11,6 cm y 15,3 cm, mientras que el ancho total promedio fue de 7,47 cm y 7,06 cm para hembras y machos, respectivamente, como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. *O. magellanica*. Número de individuos, talla (LT) promedio, talla máxima y mínima y ancho total (AT) para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | N | LT promedio (cm) | DE | LT máximo (cm) | LT mínimo (cm) | AT promedio (cm) | DE |
|----------------|----|------------------------|------|----------------------|----------------------|------------------------|------|
| Hembras | 46 | 14,97 | 1,13 | 17,5 | 12,3 | 7,47 | 0,60 |
| Machos | 36 | 13,78 | 1,01 | 15,3 | 11,6 | 7,06 | 0,55 |

Las hembras de *O. magellanica* presentaron en promedio tallas mayores que los machos y su diferencia de medias fue significativa (ANOVA: g.l.= 1; $F = 24,24$; $p < 0,001$) (Figura 3.11). A partir del rango de los 14 cm se registraron mayor cantidad de hembras, mientras que los machos fueron más frecuentes a tallas menores (Figura 3.12).

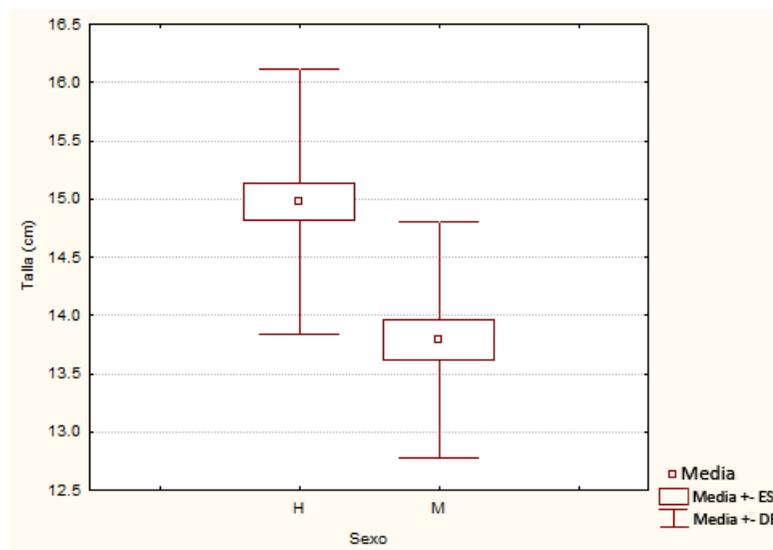


Figura 3.11. Talla promedio (cm) para machos (M) y hembras (H) de *O. magellanica*.

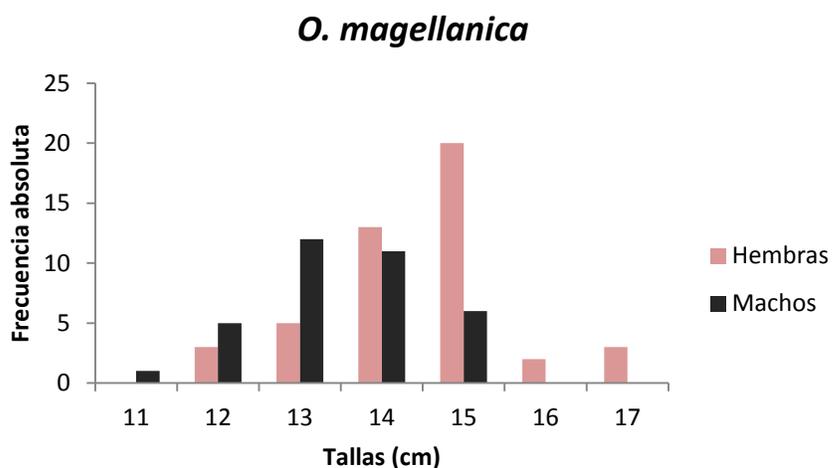


Figura 3.12. Histograma de frecuencias de tallas para la población estudiada.

En cuanto al peso total, del cuerpo y del pie de los individuos, las hembras siempre presentaron pesos mayores que los machos (Tabla 3.2) y las diferencias fueron significativas en cuanto al peso total (Wilcoxon: $U= 481$; $p= 0,0009$) (Tabla 3.2 y Figura 3.13).

Tabla 3.2. *O. magellanica*. Peso total promedio, peso promedio del cuerpo y peso promedio del pie para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | Peso total (g) | DE | Peso del cuerpo (g) | DE | Peso del pie (g) | DE |
|----------------|-------------------|--------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Hembras | 347,41 | 101,71 | 205,48 | 52,11 | 73,21 | 21,57 |
| Machos | 277,78 | 50,78 | 175,16 | 33,45 | 62,46 | 12,34 |

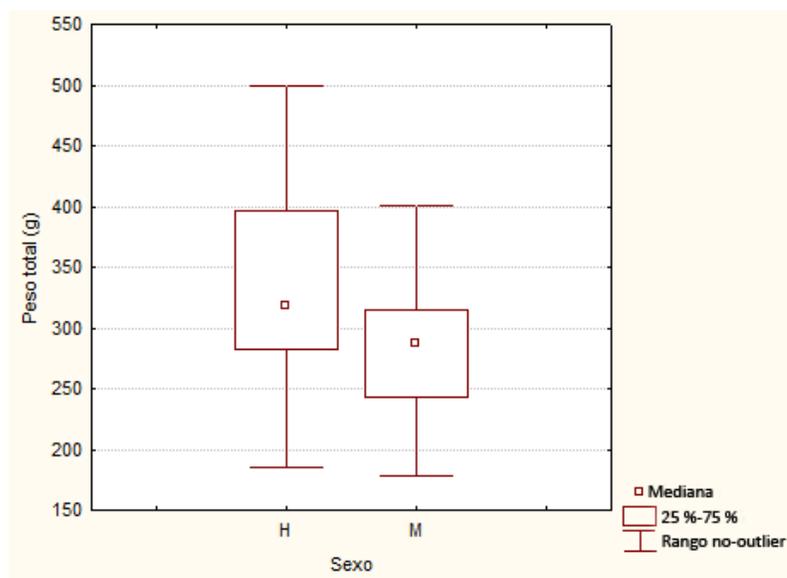


Figura 3.13. Peso total (g) para machos (M) y hembras (H) de *O. magellanica*.

El porcentaje del peso del pie correspondió al 22 % del peso total, mientras que el resto de los órganos y el peso de la concha correspondieron cada uno al 39 % del peso total. El peso del pie de machos y hembras demostró diferencias significativas (Wilcoxon: $U= 579$; $p= 0,016$) (Figura 3.14).

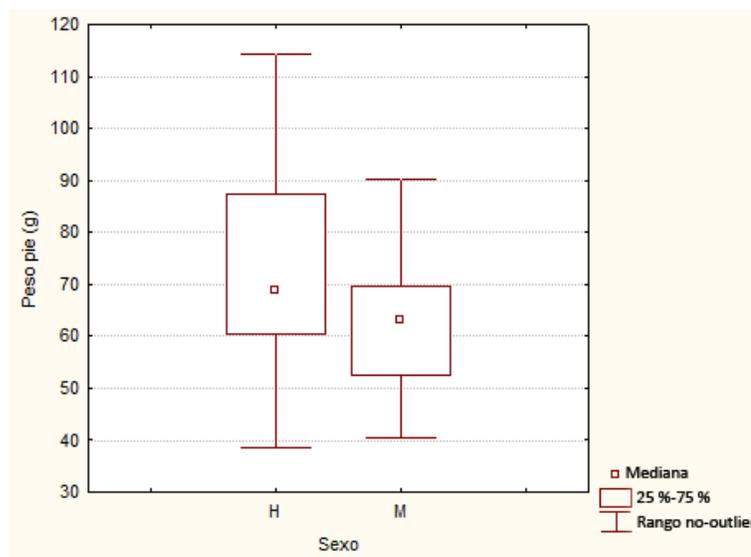


Figura 3.14. Peso del pie (g) para machos (M) y hembras (H) de *O. magellanica*.

Buccinanops cochlidium

Se recolectaron un total de 149 individuos de *Buccinanops cochlidium* en Playa Villarino entre septiembre de 2010 y agosto de 2011. Para la totalidad de individuos analizados, la proporción de sexos fue de 0,87% para hembras y 0,13% para machos. Esta proporción difirió significativamente de la proporción 1:1 (N= 149; g.l.= 1; $p < 0,0001$). El color de la gónada en hembras presentó tonos blancos y claros. Asimismo, ninguna hembra presentó signos de alteraciones sexuales por contaminación resultando un índice de imposex nulo. Los machos presentaron pene y el color de la gónada presentó tonos marrones y naranja oscuro.

Las tallas de las hembras capturadas variaron entre 5 y 10 cm y la de los machos entre 5,9 y 9,1 cm, mientras que el ancho total promedio fue de 4,17 cm y 4,04 cm para hembras y machos, respectivamente, como se muestra en la tabla 3.3. No se encontraron diferencias significativas entre las tallas de hembras y machos (ANOVA: g.l.= 1; $F = 1,870$; $p = 0,173$) (Figura 3.15) y en todos los rangos se encontraron más hembras (Figura 3.16).

Tabla 3.3. *B. cochlidium*. Número de individuos, talla (LT) promedio, talla máxima y mínima y ancho total (AT) para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | N | LT promedio (cm) | DE | LT máximo (cm) | LT mínimo (cm) | AT promedio (cm) | DE |
|----------------|-----|------------------|------|----------------|----------------|------------------|------|
| Hembras | 131 | 8,10 | 0,75 | 10 | 5 | 4,17 | 0,5 |
| Machos | 18 | 7,99 | 0,86 | 9,1 | 5,9 | 4,04 | 0,42 |

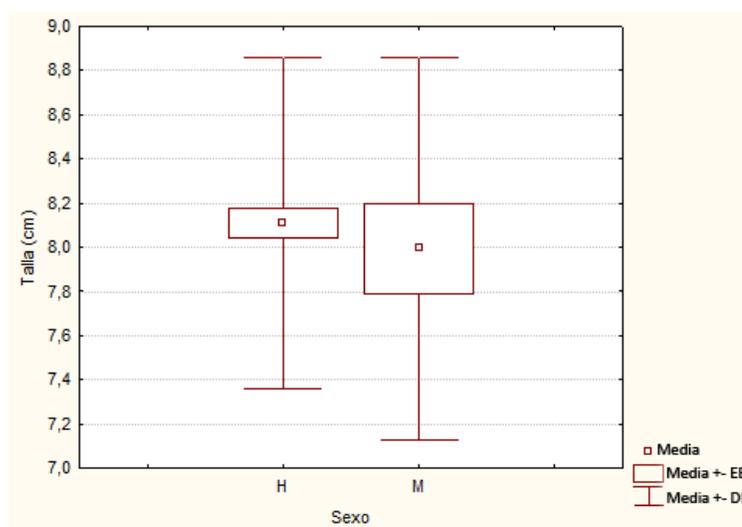


Figura 3.15. Talla promedio (cm) para machos (M) y hembras (H) de *B. cochlidium*.

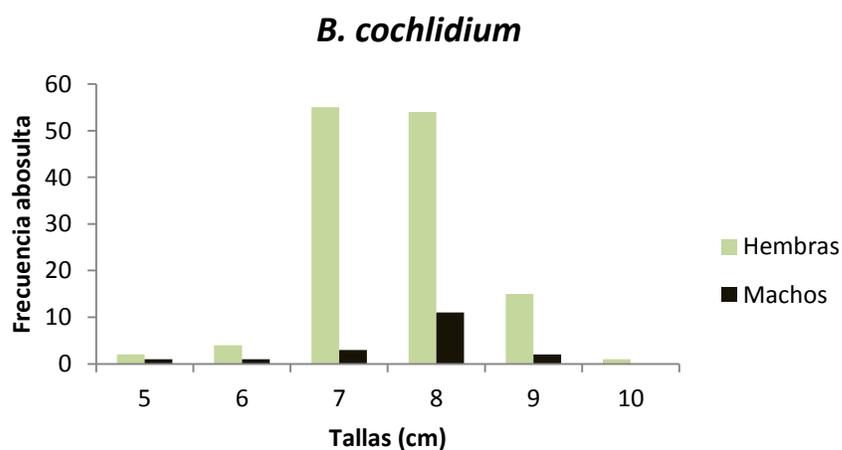


Figura 3.16. Histograma de frecuencias de tallas para la población estudiada.

En cuanto al peso total, las hembras presentaron en promedio valores mayores, sin embargo, el peso del cuerpo y del pie fueron menores que en los machos (Tabla 3.4). Se encontraron diferencias significativas en el peso total entre hembras y machos (ANOVA: g.l.= 1; F= 8,859; p= 0,003) (Figura 3.17).

Tabla 3.4. *B. cochlidium*. Peso total promedio, peso promedio del cuerpo, peso promedio del pie para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | Peso total (g) | DE | Peso del cuerpo (g) | DE | Peso del pie (g) | DE |
|----------------|----------------|-------|---------------------|-------|------------------|------|
| Hembras | 62,8 | 16,96 | 35,53 | 6,48 | 15,25 | 5,97 |
| Machos | 54,97 | 17,93 | 35,75 | 10,92 | 16,96 | 6,54 |

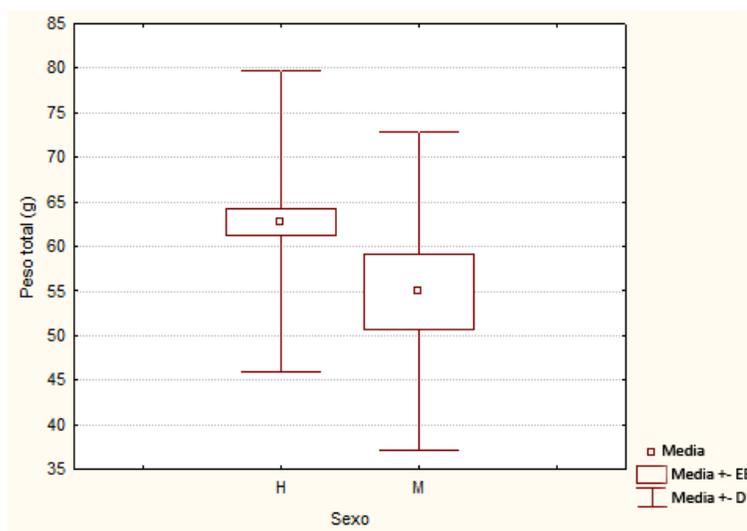


Figura 3.17. Peso total promedio (g) para machos (M) y hembras (H) de *B. cochlidium*.

En cuanto al porcentaje de pesos promedio para la población bajo estudio, resultó que el porcentaje del peso de los órganos y el peso de la concha correspondió al 33% y al 42% del peso total, respectivamente, mientras que el porcentaje del pie correspondió al 25% del peso total del animal. No se registró diferencias significativas en el peso del pie entre hembras y machos (ANOVA: g.l.= 1; F= 2,05; p= 0,153) (Figura 3.18).

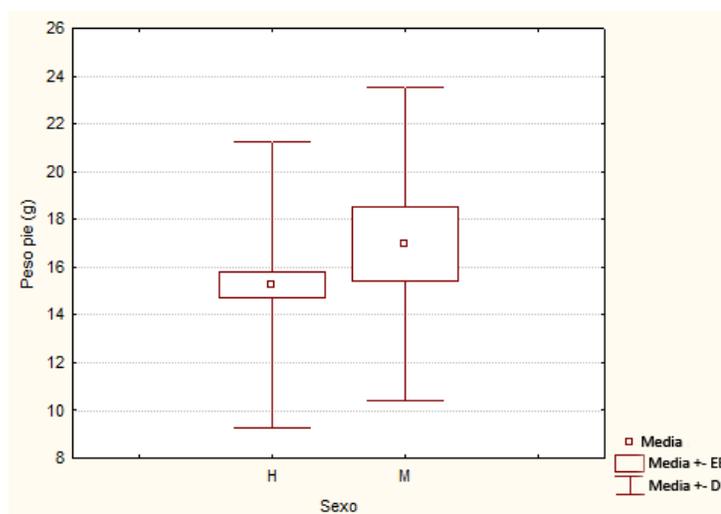


Figura 3.18. Peso del pie promedio (g) para machos (M) y hembras (H) de *B. cochlidium*.

Buccinanops globulosus

Se recolectaron un total de 166 individuos de *Buccinanops globulosus* en Playa Villarino (GSJ) entre septiembre de 2010 y agosto de 2011. La proporción de sexos fue de 0,66 % para hembras y 0,34 % para machos. Esta proporción difirió significativamente de la proporción 1:1 (N= 166; g.l.= 1; $p < 0,0001$). Las hembras presentaron una gónada con tonos blancos y claros. Asimismo, ninguna hembra presentó signos de alteraciones sexuales por contaminación por lo que el índice de imposex fue nulo. Los machos presentaron pene y el color de la gónada fue de tonos marrones y naranja oscuro.

Las tallas de las hembras capturadas variaron entre 1,2 y 4,3 cm y la de los machos entre 1,4 cm y 3,7 cm, mientras que el ancho total promedio fue de 1,91 cm y 1,63 cm para hembras y machos, respectivamente (Tabla 3.5), encontrándose diferencias significativas entre el promedio de tallas de machos y hembras (Wilcoxon: $U = 1332$; $p = 0,003$) (Figura 3.19).

Tabla 3.5. *B. globulosus*. Número de individuos, talla (LT) promedio, talla máxima y mínima y ancho total (AT) para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | N | LT promedio (cm) | DE | LT máximo (cm) | LT mínimo (cm) | AT promedio (cm) | DE |
|----------------|-----|------------------|------|----------------|----------------|------------------|------|
| Hembras | 110 | 2,96 | 0,74 | 4,3 | 1,2 | 1,91 | 0,35 |
| Machos | 56 | 2,17 | 0,55 | 3,7 | 1,4 | 1,63 | 0,31 |

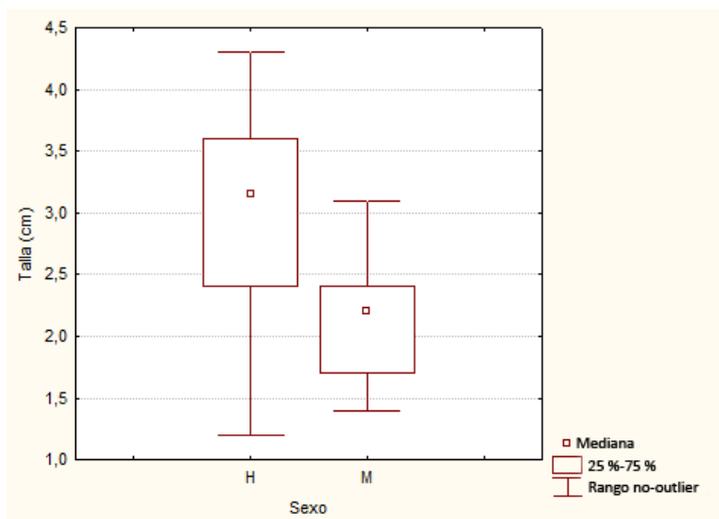


Figura 3.19. Talla (cm) para machos (M) y hembras (H) de *B. globulosus*.

A partir del rango de los 3 cm se encontraron mayor cantidad de hembras mientras que a tallas menores los machos eran más abundantes (Figura 3.20).

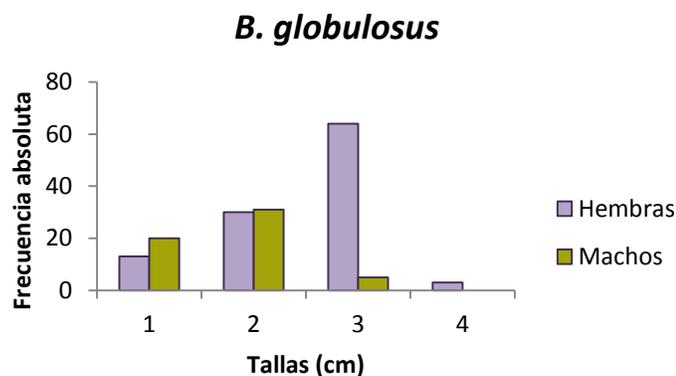


Figura 3.20. Histograma de frecuencias de tallas para la población estudiada.

Las hembras presentaron en promedio mayor peso total y mayor peso del cuerpo mientras que el promedio del peso del pie fue menor que el de los machos (Tabla 3.6). En cuanto al peso total, se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras (Wilcoxon: $U= 1258$; $p< 0,001$) (Figura 3.21).

Tabla 3.6. *B. globulosus*. Peso total promedio y desvío estándar (DE), peso del cuerpo promedio y peso del pie promedio para cada sexo.

| | Peso total (g) | DE | Peso del cuerpo (g) | DE | Peso del pie (g) | DE |
|----------------|----------------|------|---------------------|------|------------------|------|
| Hembras | 6,53 | 2,8 | 2,91 | 1,32 | 0,6 | 0,48 |
| Machos | 4,11 | 2,24 | 1,84 | 1,05 | 0,98 | 0,38 |

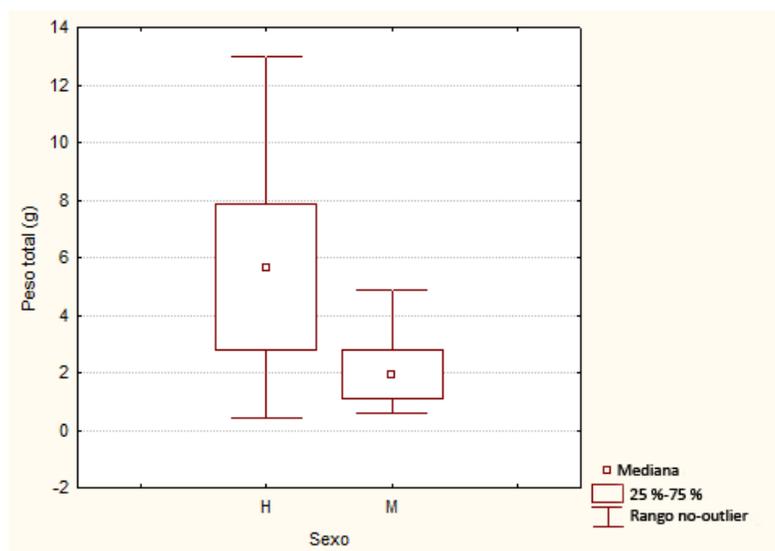


Figura 3.21. Peso total (g) de machos (M) y hembras (H) de *B. globulosus*.

En cuanto al porcentaje de pesos para la población bajo estudio, un 30 % del peso correspondió al resto de los órganos, el peso de la concha correspondió al 55 % y el porcentaje del pie correspondió al 15 % del peso total del animal. Se encontraron diferencias significativas entre el peso del cuerpo de machos y hembras (Wilcoxon; $U= 385$; $p= 0,002$) (Figura3.22) y entre el peso del pie de machos y hembras (Wilcoxon; $U= 393$; $p= 0,003$) (Figura 3.23).

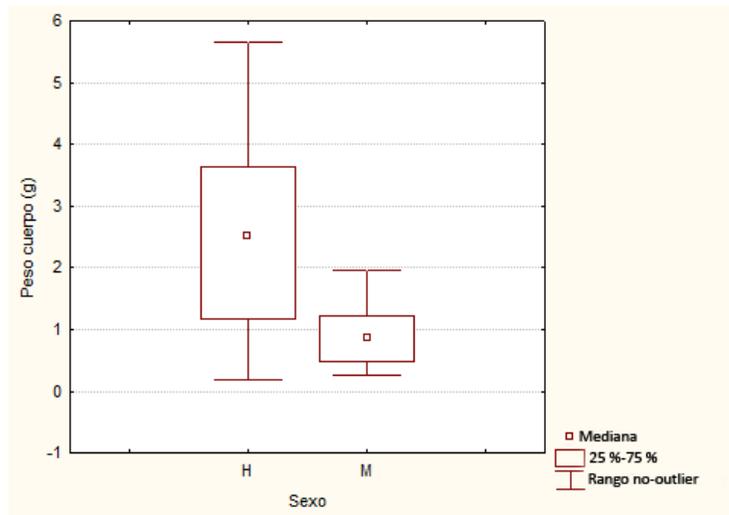


Figura 3.22. Peso del cuerpo (g) de machos (M) y hembras (H) de *B. globulosus*.

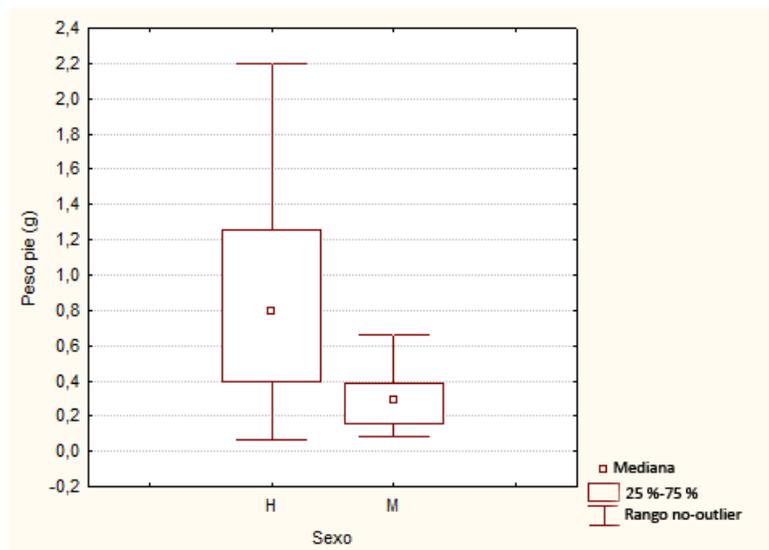


Figura 3.23. Peso del pie (g) de machos (M) y hembras (H) de *B. globulosus*.

Trophon geversianus

Se recolectaron un total de 711 individuos de *Trophon geversianus* en Playa Villarino (GSJ). La proporción de sexos fue de 0,7 % para hembras y 0,3 % para machos. Esta proporción difirió significativamente de la proporción 1:1 (N= 711; g.l.= 1; p<0,0001). En las hembras, se registró un color de la gónada en tonos blancos y amarillos. Asimismo,

ninguna hembra presentó signos de alteraciones sexuales por contaminación por TBT resultando un índice de imposex nulo. Los machos presentaron pene y el color de la gónada fue de tonos rojizos.

Las tallas de las hembras capturadas variaron entre 1,2 y 5,8 cm y la de los machos entre 1,3 y 4,9 cm, mientras que el ancho total promedio fue de 2,19 cm y 2,28 cm para hembras y machos, respectivamente, como se muestra en la tabla 3.7. No se registraron diferencias significativas entre la talla promedio de machos y hembras (ANOVA: g.l.: 1; F= 0,002; p= 0,96) (Figura 3.24) y se encontraron hembras en mayor cantidad en todos los rangos (Figura 3.25).

Tabla 3.7. *T. geversianus*. Número de individuos, talla (LT) promedio, talla máxima y mínima y ancho total (AT) para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | N | LT promedio (cm) | DE | LT máximo (cm) | LT mínimo (cm) | AT promedio (cm) | DE |
|----------------|-----|------------------|------|----------------|----------------|------------------|------|
| Hembras | 503 | 3,18 | 0,63 | 5,8 | 1,2 | 2,19 | 0,43 |
| Machos | 208 | 3,12 | 0,68 | 4,9 | 1,3 | 2,28 | 0,42 |

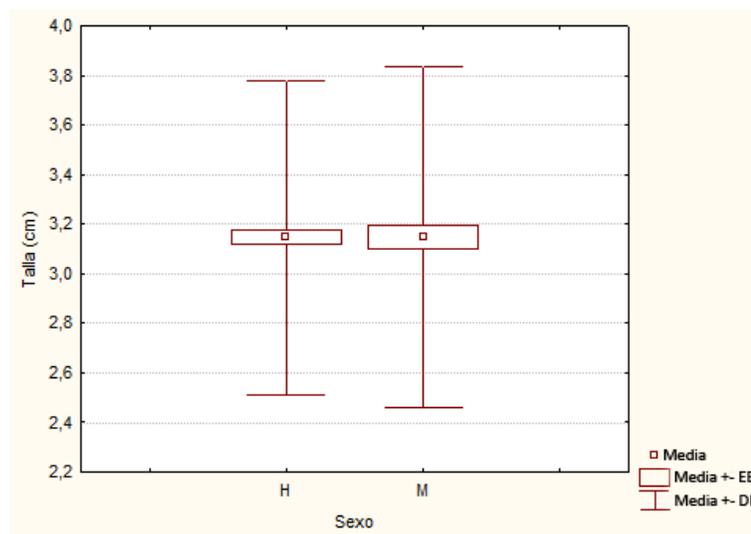


Figura 3.24. Talla promedio (cm) de machos (M) y hembras (H) de *T. geversianus*.

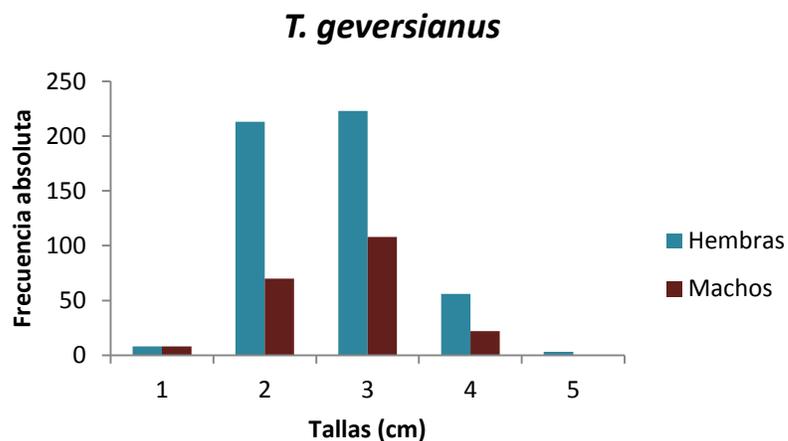


Figura 3.25. Histograma de frecuencias de tallas para la población estudiada.

En cuanto al peso total, del cuerpo y del pie, las hembras presentaron en promedio pesos mayores (Tabla 3.8). En el peso total no se observaron diferencias significativas entre machos y hembras (ANOVA: g.l.= 1; F= 1,537; p= 0,21) (Figura 3.26).

Tabla 3.8. *T. geversianus*. Peso total promedio, peso promedio del cuerpo, peso promedio del pie para cada sexo. DE: desvío estándar.

| | Peso total (g) | DE | Peso del cuerpo (g) | DE | Peso del pie (g) | DE |
|----------------|---------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| Hembras | 5,27 | 3,05 | 1,86 | 1,08 | 0,47 | 0,28 |
| Machos | 4,97 | 2,62 | 1,75 | 0,95 | 0,42 | 0,22 |

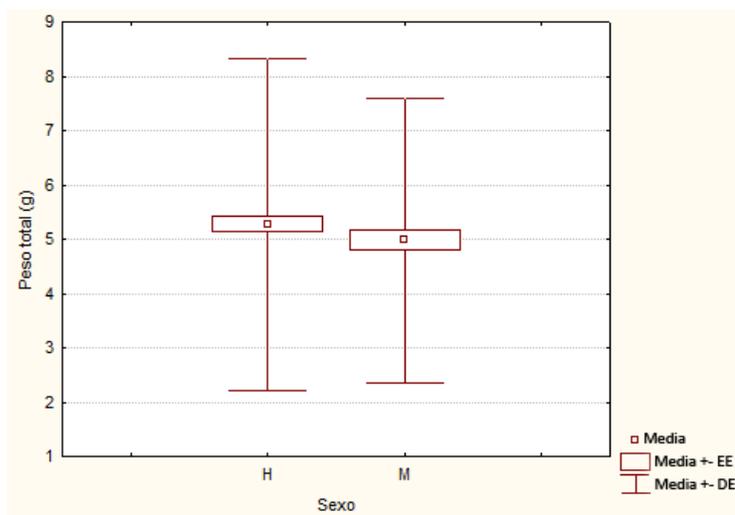


Figura 3.26. Peso total promedio (g) de machos (M) y hembras (H) de *T. geversianus*.

En el porcentaje de pesos promedio para la población bajo estudio, resultó que el porcentaje del resto de los órganos y del peso de la concha correspondió al 24 % y al 67 % del peso total, respectivamente, mientras que el porcentaje del pie correspondió al 9 %. Se encontraron diferencias significativas entre el peso del cuerpo de machos y hembras (ANOVA: g.l.= 1; F= 1,598; p= 0,20) (Figura 3.27) mientras que no se observaron diferencias significativas entre el peso del pie entre machos y hembras (ANOVA: g.l.= 1; F= 3,722; p= 0,054) (Figura 3.28).

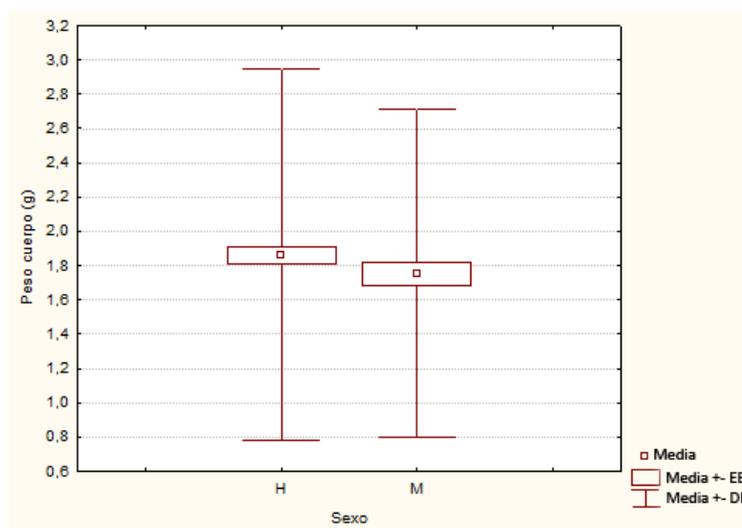


Figura 3.27. Peso del cuerpo promedio (g) de machos (M) y hembras (H) de *T. geversianus*.

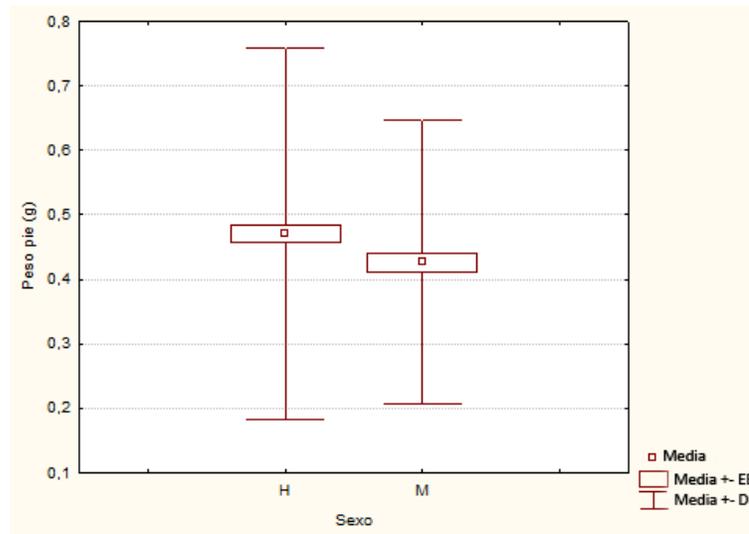


Figura 3.28. Peso del pie promedio (g) de machos (M) y hembras (H) de *T. geversianus*.

3.4.3 RELEVAMIENTO PESQUERO

3.4.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas

En playa Villarino, se fondearon 7 trampas durante 3 h, capturándose entre 2 y 41 ejemplares de *B. globulosus* (Figura 3.29) entre los 3 m y 5 m de profundidad. En la trampa fondeada a 10 m de profundidad se contabilizaron 9 ejemplares de *B. cochlidium* con una talla promedio de 3,82 cm. Resultaron inefectivas las trampas fondeadas a 8 m durante 24 h, la cual al extraerlas no presentaban el cebo, al igual que la fondeada a los 15 m durante 3 h. Todas las trampas al extraerlas presentaban cangrejos consumiendo el cebo (Tabla 3.9).

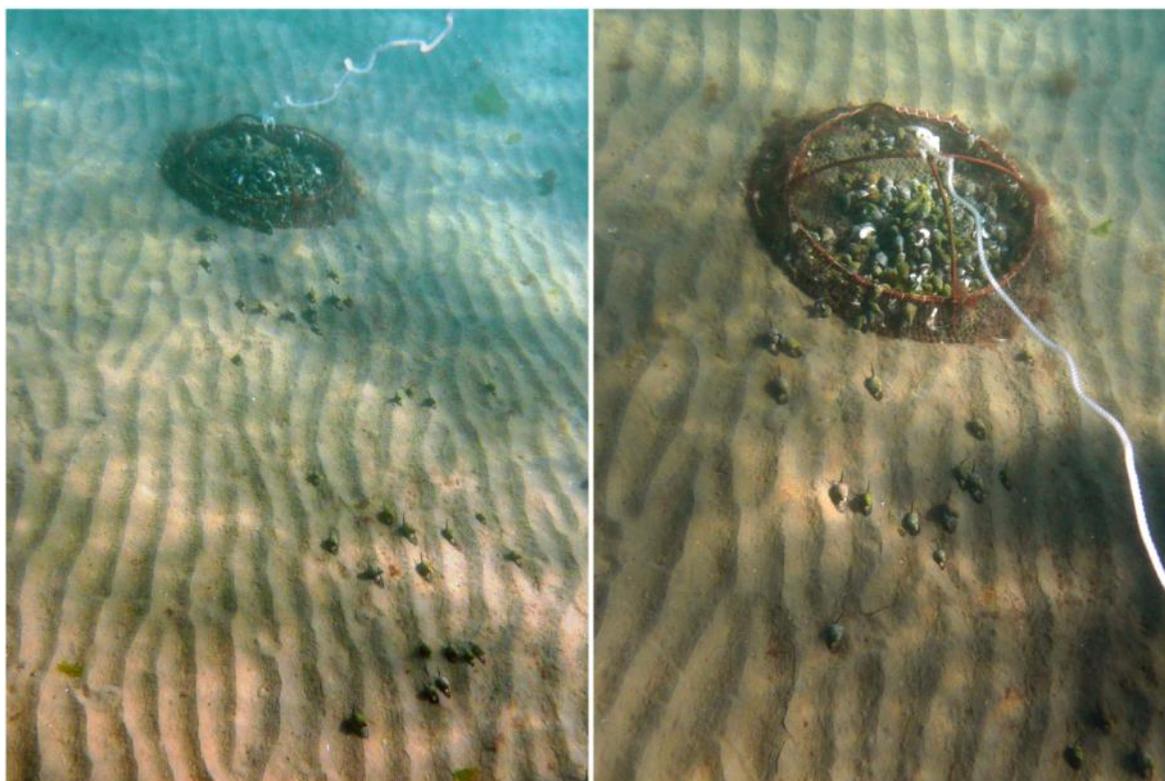


Figura 3.29. Ejemplares de *B. globulosus* dirigiéndose hacia las trampas cebadas. (Fotos: Soledad Zabala).

Tabla 3.9. Resumen de captura de las trampas fondeadas en playa Villarino en diciembre de 2009. Prof: profundidad, en metros; t: tiempo de captura, en horas; PT: Peso total de captura, en g; LT: longitud total individual promedio, en cm. DE: desvío estándar. s/c: sin captura. Especies de gasterópodos capturados en la trampa: *Bg*, *Buccinanops globulosus* y *Bc*, *Buccinanops cochlidium*; Otros organismos: *Lp*, *Leucippa pentagona*; *Ps*, *Peltarion spino.sulum*; *Lt*, *Leurocyclus tuberculatus*.

| Trampa | Especie capturada | Prof. (m) | t (h) | n | PT (g) | LT (cm) | DE LT (cm) | Otros organismos |
|--------|-------------------|-----------|-------|----|--------|---------|------------|-----------------------|
| 1 | <i>Bg</i> | 3 | 3 | 14 | 50 | 1,96 | 0,45 | <i>Lp</i> ; <i>Ps</i> |
| 2 | <i>Bg</i> | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Lp</i> ; <i>Ps</i> |
| 3 | <i>Bg</i> | 5 | 3 | 41 | 125 | 2,11 | 0,57 | <i>Lp</i> ; <i>Ps</i> |
| 4 | <i>Bg</i> | 5 | 3 | 2 | 25 | 2,55 | 0,007 | - |
| 5 | s/c | 8 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Ps</i> ; <i>Lt</i> |
| 6 | <i>Bc</i> | 10 | 3 | 9 | 120 | 3,82 | 1,81 | - |
| 7 | s/c | 15 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Lp</i> ; <i>Ps</i> |

En playa Fracasso, las trampas colocadas durante 2 h fueron efectivas para *B. globulosus* a los 4 m de profundidad y para *B. cochlidium* a los 8 m de profundidad. A los 4 m, la cantidad de ejemplares de *B. globulosus* capturados varió entre 5 y 165 (Tabla 3.10), mientras que a los 8 m sólo se capturó 1 ejemplar de *B. cochlidium* por trampa. En las cuatro trampas el cebo fue consumido por cangrejos, notando que la cantidad de cangrejos encontrados fue inversa a la cantidad de gasterópodos capturados (ver especies en tabla 3.10).

Tabla 3.10. Resumen de captura de las trampas fondeadas en playa Fracasso en marzo de 2010. Prof: profundidad, en metros; t: tiempo de captura, en horas; PT: Peso total de captura, en g; LT: longitud total individual promedio, en cm. DE: desvío estándar. s/c: sin captura. Especies de gasterópodos capturados en la trampa: *Bg*, *Buccinanops globulosus* y *Bc*, *Buccinanops cochlidium*; Otros organismos: *Ps*, *Peltarion spinosulus*; *Ca*, *Cyrtograpsus altimanus*.

| Trampa | Especie capturada | Prof. (m) | t (h) | n | PT (g) | LT (cm) promedio | DE LT (cm) | Otros organismos |
|--------|-------------------|-----------|-------|-----|--------|------------------|------------|-----------------------|
| 1 | <i>Bg</i> | 4 | 2 | 5 | 10 | 1,8 | 0,33 | <i>Ca</i> ; <i>Ps</i> |
| 2 | <i>Bg</i> | 4 | 2 | 165 | 390 | 2,2 | 0,37 | <i>Ps</i> |
| 3 | <i>Bc</i> | 8 | 2 | 1 | 40 | 7,2 | 0 | <i>Ps</i> |
| 4 | <i>Bc</i> | 8 | 2 | 1 | 40 | 8,4 | 0 | - |

Las trampas cebadas que se fondearon en las playas Bengoa y San Román en abril de 2010, resultaron inefectivas para gasterópodos. Al cabo de las 3 h de tiempo de captura, todas se extrajeron sin ningún gasterópodo capturado, pero el cebo se encontraba rodeado de cangrejos *Peltarion spinosulum* y *Leurocyclus tuberculatus*.

3.4.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas

Prospección puntual

En abril de 2010 en las playas Bengoa y San Román y en julio de 2010 en playa Villarino, se prospectaron 5 transectas puntualmente a los 5 m, 10 m, 15 m, 20 m y 25 m de profundidad en cada playa. Sobre cada estación se relevó un área circular de 50,26 m², prospectando en su totalidad un área de 251,33 m² sobre cada transecta y 1.256,64 m² en

cada playa. En todas las playas se registró *Buccinanops cohlidium* y *Odontocymbiola magellanica* y no hubo ningún registro dentro de los círculos de *Buccinanops globulosus*.

En playa Bengoa, en dos transectas se registró la presencia de *B. cochlidium* y *O. magellanica* (Tabla 3.11). En la transecta 1, la densidad fue de 0,025 ind/m², 0,015 ind/m² y 0,005 ind/m² a los 5 m, 10 m y 20 m de profundidad, respectivamente. En la transecta 2, la densidad varió entre 0,02 ind/m² y 0,015 ind/m² a los 5 m y 15 m de profundidad, respectivamente (Tabla 3.11). En ambas transectas la densidad de gasterópodos por área prospectada disminuyó con la profundidad sin registrarse individuos a los 25 m.

Tabla 3.11. Resumen de captura para cada prospección puntual en playa Bengoa a diferentes profundidades. Especie de gasterópodo capturada: *Bc*, *Buccinanops cochlidium*; *Om*, *Odontocymbiola magellanica*; n: cantidad de gasterópodos capturados dentro del círculo; Prof: profundidad, en metros; t: tiempo de captura, en minutos; PT: Peso total de captura, en g; LT: largo total individual, en cm; DE: Desvío estándar.

| Transecta | Especie capturada | n | Prof. (m) | Fondo | t (min) | PT (g) | LT | |
|-----------|-------------------|---|-----------|-------|---------|--------|---------------|------------|
| | | | | | | | promedio (cm) | DE LT (cm) |
| 1 | <i>Bc</i> | 5 | 5 | Arena | 4 | 280 | 7,26 | 0,99 |
| 1 | <i>Bc</i> | 3 | 10 | Arena | 5 | 300 | 8,23 | 0,23 |
| 1 | <i>Om</i> | 1 | 20 | Fango | 3 | 340 | 15,2 | 0 |
| 2 | <i>Bc</i> | 3 | 5 | Arena | | | 9,7 | 0,6 |
| 2 | <i>Om</i> | 1 | 5 | fina | 3 | 600 | 15,1 | 0 |
| 2 | <i>Om</i> | 2 | 15 | Fango | 3 | 560 | 15,45 | 0,35 |

Tabla 3.12. Fauna acompañante de gasterópodos blanco de estudio dentro del círculo prospectado en función de la profundidad en Playa Bengoa. Si: presencia de individuos dentro del círculo.

| Especie | Clase | Profundidad (m) | | | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------|----|----|----|----|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| <i>Leukoma antiqua</i> | Bivalvia | si | si | | | |
| <i>Eurhomalea exalbida</i> | Bivalvia | si | si | | | |
| <i>Ensis macha</i> | Bivalvia | | si | | | |
| <i>Tellina petitiiana</i> | Bivalvia | si | | | | |
| <i>Aequipecten tehuelchus</i> | Bivalvia | | | si | | |
| <i>Tyrina nobilis</i> | Gastropoda | | | si | | |
| <i>Peltarion spinosulum</i> | Malacostraca | | | si | si | si |
| <i>Leucippa pentagona</i> | Malacostraca | | si | si | si | si |
| <i>Leurocyclus tuberculatus</i> | Malacostraca | | si | | si | |
| <i>Ovalipes trimaculatus</i> | Malacostraca | | | | si | si |
| <i>Arbacia dufresnii</i> | Echinoidea | | | si | | si |
| <i>Octopus tehuelchus</i> | Echinoidea | | | si | | si |

En playa San Román, se registró *O. magellanica* en tres transectas (Tabla 3.13). La densidad por estación en cada transecta fue de 0,019 ind/m².

Tabla 3.13. Resumen de captura para cada prospección puntual en playa San Román a diferentes profundidades. Especie de gasterópodo capturada: *Om*, *Odontocymbiola magellanica*; n: cantidad de gasterópodos capturados dentro del círculo; Prof: profundidad, en metros; t: tiempo de captura, en minutos; PT: Peso total de captura, en g; LT: largo total individual, en cm.

| Transecta | Especie capturada | n | Prof. (m) | Fondo | t (min) | PT (g) | LT (cm) |
|-----------|-------------------|---|-----------|---------------|---------|--------|---------|
| 1 | <i>Om</i> | 1 | 15 | Arena y tosca | 3 | 120 | 12,9 |
| 1 | <i>Om</i> | 1 | 20 | Fango grueso | 3 | 400 | 16,5 |
| 2 | <i>Om</i> | 1 | 15 | Arena | 3 | 110 | 10,1 |
| 3 | <i>Om</i> | 1 | 10 | Arena | 3 | 500 | 16,55 |
| 3 | <i>Om</i> | 1 | 20 | Fango | 3 | 360 | 14,9 |

Tabla 3.14. Fauna acompañante de gasterópodos blanco de estudio dentro del círculo prospectado en función de la profundidad en Playa San Román. Si: presencia de individuos dentro del círculo.

| Especie | Clase | Profundidad (m) | | | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------|----|----|----|----|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| <i>Leurocyclus tuberculatus</i> | Malacostraca | | si | | | |
| <i>Platyxanthus patagonicus</i> | Malacostraca | | | | | si |
| <i>Peltarion spinosulum</i> | Malacostraca | | si | si | | |
| <i>Leurocyclus tuberculatus</i> | Malacostraca | | si | si | | |
| <i>Leucippa pentagona</i> | Malacostraca | | si | si | | |
| <i>Aequipecten tehuelchus</i> | Bivalvia | si | | si | si | si |
| <i>Mytilus edulis</i> | Bivalvia | | | | si | |
| <i>Tegula patagonica</i> | Gastropoda | si | | | | |
| <i>Panopea abbreviata</i> | Bivalvia | | si | | si | si |
| <i>Ensis macha</i> | Bivalvia | | si | | | |
| <i>Arbacia dufresnii</i> | Echinoidea | si | | si | si | si |
| <i>Echiura chilensis</i> | Echiura | si | | | | |

En playa Villarino, se registró *O. magellanica* en dos transectas (Tabla 3.15). En la transecta 1, la densidad fue de 0,015 ind/m² en la estación de los 15 m de profundidad. En la transecta 2, en las estaciones de los 10 m y 15 m la densidad fue de 0,019 ind/m² por estación.

Tabla 3.15. Resumen de captura para cada prospección puntual en playa Villarino a diferentes profundidades. Especie de gasterópodo capturada: *Om*, *Odontocymbiola magellanica*; n: cantidad de gasterópodos capturados dentro del círculo; Prof: profundidad, en metros; t: tiempo de captura, en minutos; PT: Peso total de captura, en g; LT: largo total individual promedio, en cm. DE: desvío estándar.

| Transecta | Especie capturada | n | Prof. (m) | Fondo | t (min) | PT (g) | LT (cm) | DE LT (cm) |
|-----------|-------------------|---|-----------|-----------------|---------|--------|---------|------------|
| 1 | <i>Om</i> | 3 | 15 | Arena y rodados | 3 | 1000 | 14,16 | 1,9 |
| 2 | <i>Om</i> | 1 | 10 | Fango | 3 | 400 | 15,6 | 0 |
| 2 | <i>Om</i> | 1 | 15 | Fango | 3 | 200 | 10,2 | 0 |

Tabla 3.16. Fauna acompañante de gasterópodos blanco de estudio dentro del círculo prospectado en función de la profundidad en Playa Villarino. Si: presencia de individuos dentro del círculo.

| Especie | Clase | Profundidad (m) | | | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------|----|----|----|----|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| <i>Leurocyclus tuberculatus</i> | Malacostraca | | | | si | si |
| <i>Peltarion spinosulum</i> | Malacostraca | | | si | si | |
| <i>Ophiopoclus januarii</i> | Malacostraca | | | | si | si |
| <i>Leukoma antiqua</i> | Bivalvia | si | si | | | |
| <i>Eurhomalea exalbida</i> | Bivalvia | si | si | | | |
| <i>Panopea abbreviata</i> | Bivalvia | | si | | | |

Prospección por bandas

En el Golfo San José (Chubut) se prospectaron 26 transectas en forma longitudinal entre los 5 m y 25 m de profundidad. Estas transectas fueron agrupadas en 5 subáreas o zonas dentro del golfo. Seis transectas fueron prospectadas en el dominio Oeste entre La Tapera (LT) y Punta Logaritmo (PL), correspondiendo a las zonas 1 y 2, y 20 transectas en el dominio Este entre Larralde (La) y San Román (SR), correspondiendo a las zonas 3, 4 y 5 (Figura 3.30). Se registraron en total 207 ejemplares de *O. magellanica* y 704 de *B. cochlidium* en un área prospectada de 85.000 m², resultando en ésta una biomasa promedio estimada de 67,03 kg de *O. magellanica* y 46,22 kg de *B. cochlidium*. De la prospección se extrae que la mayor área relevada corresponde a la zona 3 (Larralde y Villarino), perteneciente al dominio Este con 24.400 m², registrando 61 ejemplares de *O. magellanica* (estimando una biomasa promedio en esta área de 19,70 kg) y 37 de *B. cochlidium* (estimando una biomasa promedio en esta área de 2,40 kg) y la menor a la zona 1, perteneciente al dominio Oeste con 7.000 m², registrando 2 ejemplares de *O. magellanica* (biomasa promedio estimada en esta área= 0,64 kg) y 144 ejemplares de *B. cochlidium* (biomasa promedio estimada en esta área= 9,36 kg). La mayor cantidad de *O. magellanica* se encontró en la zona 5 (San Román, Baliza Sarmiento y Bengoa) con 97 ejemplares en 21.800 m² (biomasa promedio estimada en esta área= 31,33 kg) y la menor en la zona 1 (La Tapera y Punta Mejillón) con sólo 2 ejemplares registrados. En cambio, la

mayor cantidad de *B. cochlidium* se encontró en la zona 4 (Fracasso, El 39 y Punta Conos) con 513 ejemplares registrados en 20.000 m² (biomasa promedio estimada en esta área= 33,34 kg) y en las zonas 2 (Punta Gales, Isla de los Pájaros y Punta Logaritmo) y 5 no se registró ningún ejemplar (Figura 3.33).

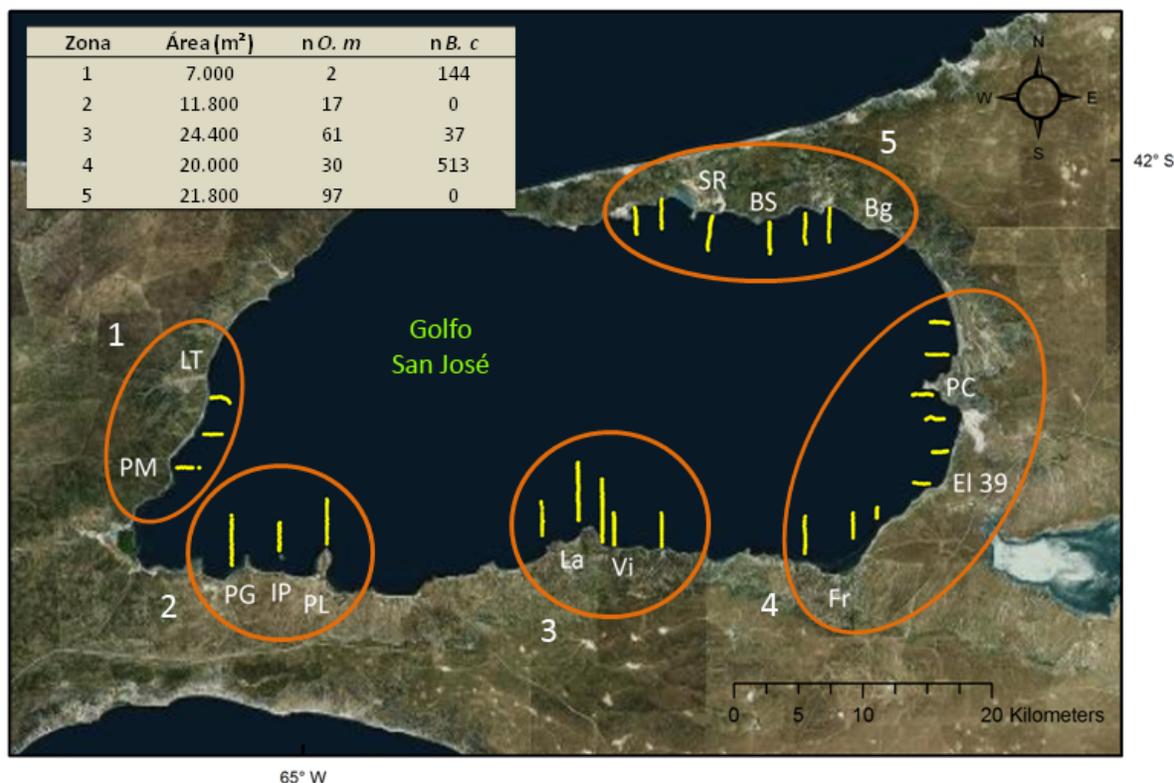


Figura 3.30. Transectas georreferenciadas prospectadas en el Golfo San José (Chubut). Se muestra el número de ejemplares de *O. magellanica* (n *O. m*) y *B. cochlidium* (n *B. c*) registrados en cada zona relevada: (1) LT, La Tapera y PM, Punta Mejillón; (2), PG, Punta Gales; IP, Isla de los Pájaros y PL, Punta Logaritmo; (3) La, Larralde y Vi, Villarino; (4) Fr, Fracasso; “El 39” y PC, Punta Conos; (5) Bg, Bengoa; BS, Baliza Sarmiento y SR, San Román.

En la prospección de gasterópodos del GSJ, el número de individuos por semitranssecta (= banda o franja de 2 m x 100 m) de *O. magellanica* varió entre 0 y 8, representando una biomasa entre 0 y 2,6 kg cada 200 m². Las mayores abundancias se registraron en San Román y al norte de Punta Conos con 7 u 8 individuos por semitranssecta, seguido por las playas de Baliza Sarmiento y Villarino con 4 a 6 individuos (Figura 3.31). La densidad de *O. magellanica* varió entre 0 y 0,04 ind/m² entre los 5 y 18 m

de profundidad sobre fondos mixtos de arena y rodados, encontrándose la máxima densidad en playa San Román (Figura 3.32).

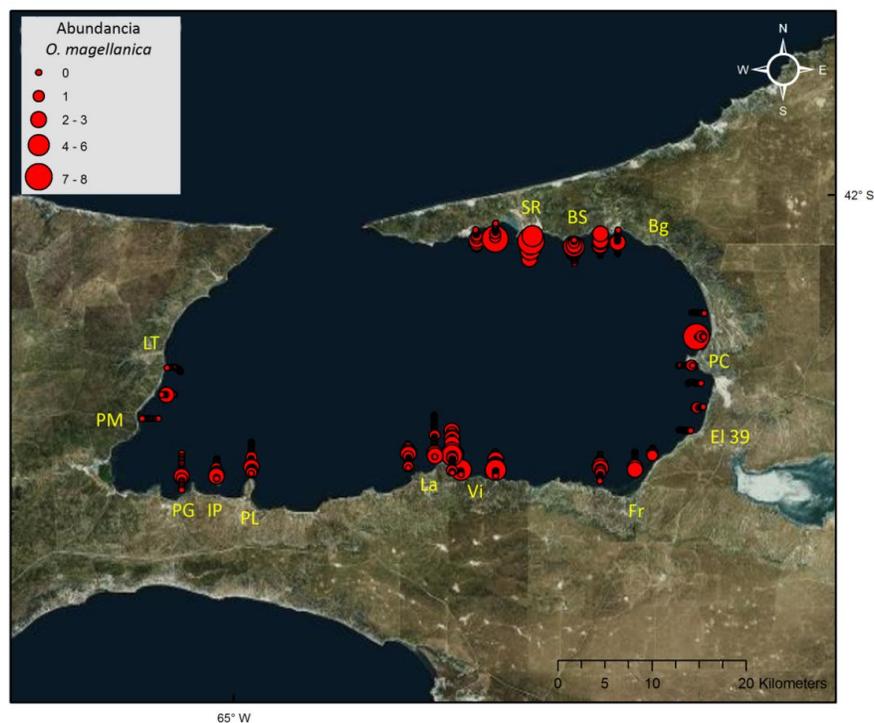


Figura 3.31. Abundancias de *O. magellanica* (registradas por semitranssectas de 200 m²) en las zonas prospectadas del GSJ.

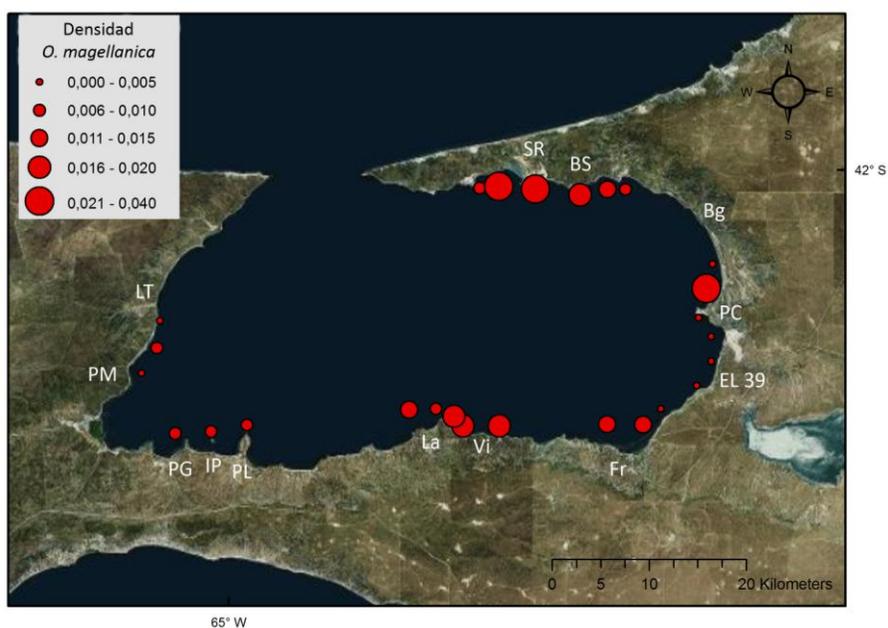


Figura 3.32. Densidad (ind/m²) de *O. magellanica* en las zonas prospectadas del GSJ.

El número de individuos de *B. cochlidium* varió entre 0 y 120 por semitranssecta, representando una biomasa entre 0 y 7,87 Kg cada 200 m². Las mayores abundancias se registraron en “El 39” con 97 a 120 individuos por semitranssecta, seguido por Punta Mejillón con 45 a 65 individuos (Figura 3.33). La densidad de *B. cochlidium* varió entre 0 y 0,6 ind/m² encontrándose en fondos arenosos entre los 4 y 12 m de profundidad (Figura 3.34).

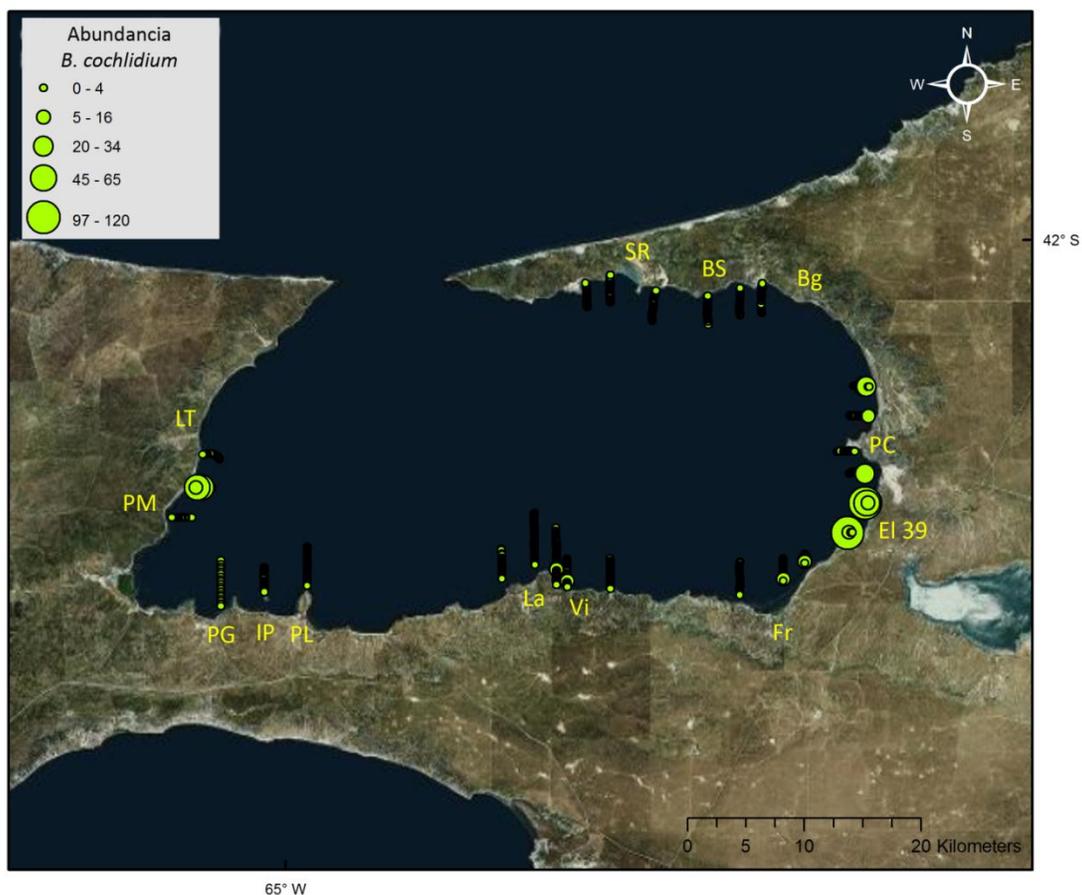


Figura 3.33. Abundancias de *B. cochlidium* (registradas por semitranssectas) en las zonas prospectadas del GSJ.

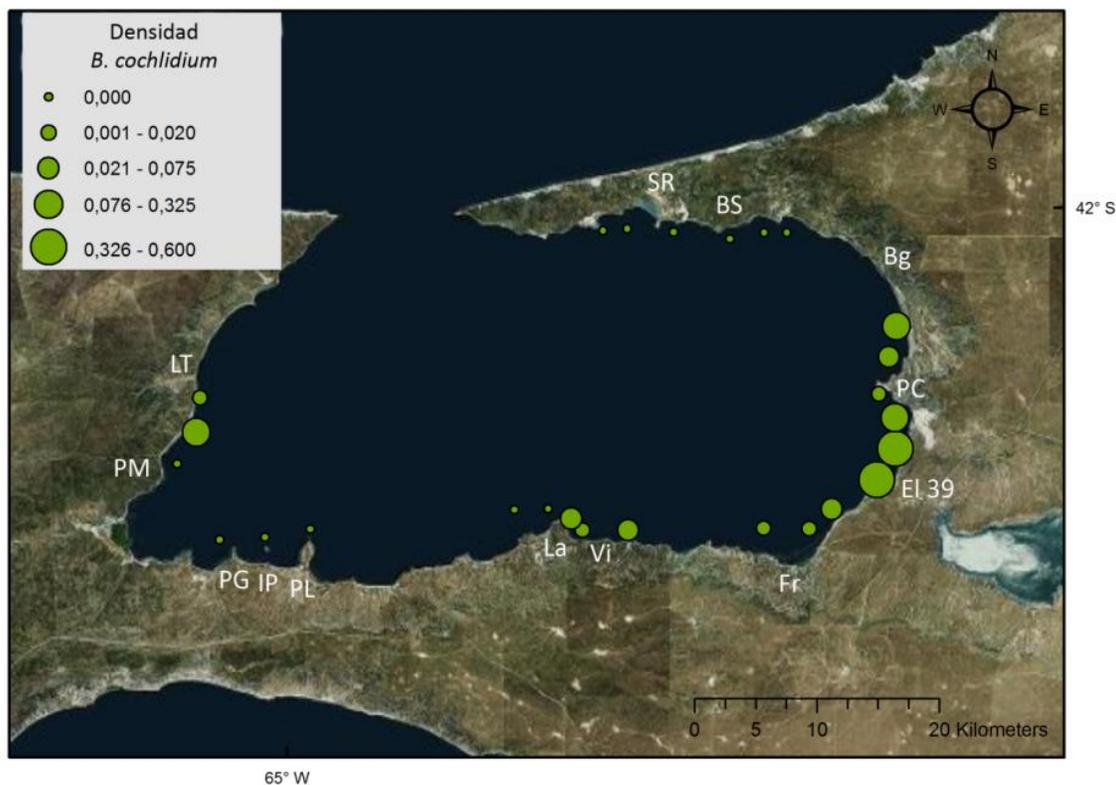


Figura 3.34. Densidad (ind/m²) de *B. cochlidium* en las zonas prospectadas del GSJ.

En las 26 transectas prospectadas a lo largo del GSJ, se registró *Trophon geversianus* en 5 de ellas: Punta Gales, Larralde, Villarino, Punta Conos y San Román (Figura 3.35). Estos ejemplares se encontraban sobre sustratos duros entre los 5 y 9 m de profundidad. Asimismo en esta prospección, se registró *Buccinanops globulosus* en 10 transectas a lo largo del GSJ: Punta Mejillón, Punta Logaritmo, Villarino, Fracasso, El 39, Punta Conos, Bengoa y San Román (Figura 3.36). Esta última especie se encontraba sobre sustratos arenosos o enterrados en el mismo. En en este último caso se reconocieron por la observación de su sifón sobresaliendo del sustrato. Para *T. geversianus* y *B. globulosus*, la prospección por bandas fue efectiva para registrar presencia pero no así abundancia debido a que son especies de menor tamaño y crípticas, encontrándose bien sea en oquedades de sustratos duros para *T. geversianus* o enterrados en el sedimento arenoso para *B. globulosus*, dificultando su conteo bajo este tipo de prospección.

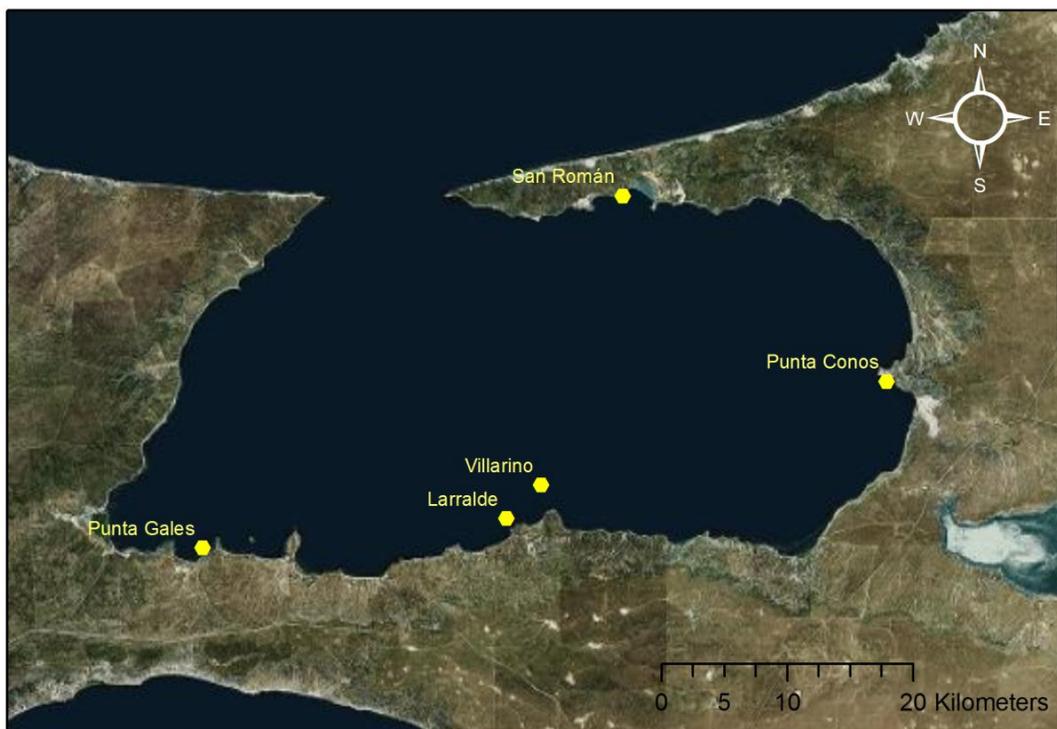


Figura 3.35. Registros de presencia de ejemplares de *Trophon geversianus*. Dichos registros fueron realizados sobre restingas submareales en las transectas definidas a prospectar.



Figura 3.36. Registros de presencia de ejemplares de *Buccinanops globulosus* realizados sobre sedimentos arenosos a baja profundidad.

Se realizaron estimaciones de CPUE en 17 transectas, 3 en el dominio Oeste y 14 en el dominio Este. Estas fueron divididas de la siguiente manera: 2 en la zona 1 (La Tapera y Punta Mejillón), 1 en la zona 2 (Isla de los Pájaros), 1 en la zona 3 (Villarino), 8 en la zona 4 (3 en Fracasso, 1 en El 39 y 3 al norte y una al sur de Punta Conos) y 5 en la zona 5 (1 en Bengoa, 1 en Baliza Sarmiento y 3 en San Román). De estas se obtuvieron capturas de gasterópodos durante 15 minutos, discriminando la captura con intervalos de 5 minutos, registrando un perfil en función del tiempo como se observa en las figuras 3.37 y 3.38.

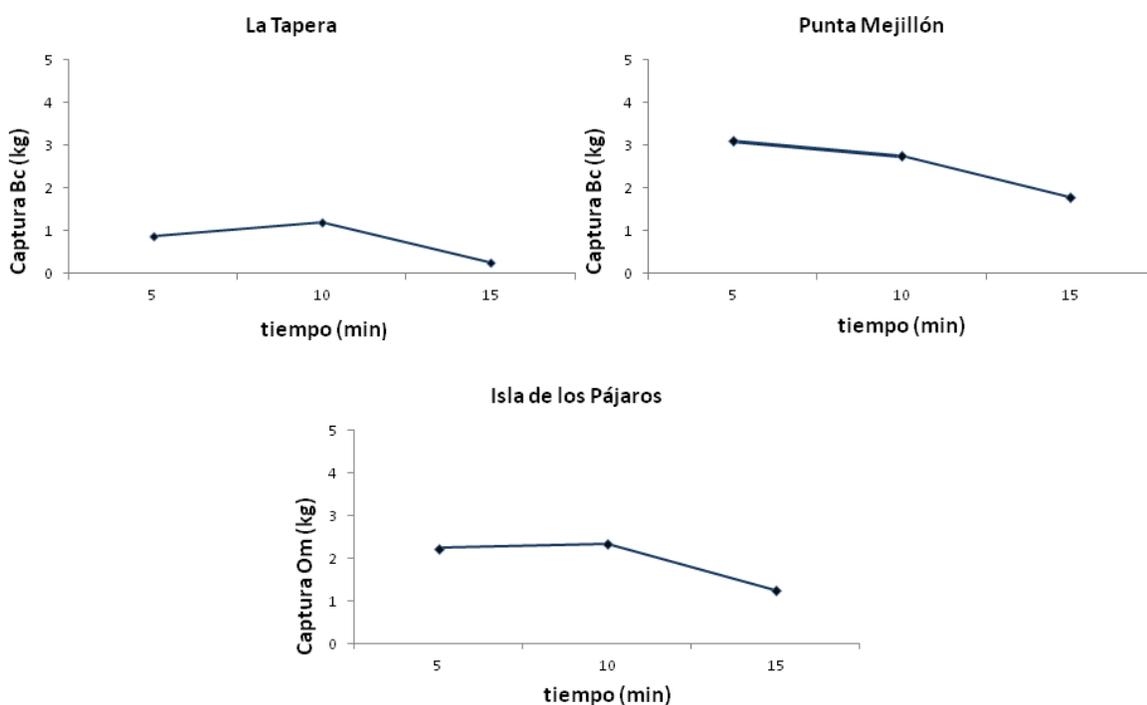


Figura 3.37. CPUE realizadas en el dominio Oeste del GSJ. Cada gráfico denota la captura de gasterópodos enteros (en kg) realizada por un buzo durante 15 minutos en cada transecta. *Bc*, *Buccinanops cochlidium* y *Om*, *Odontocymbiola magellanica*.

3. Evaluación pesquera de gasterópodos: resultados

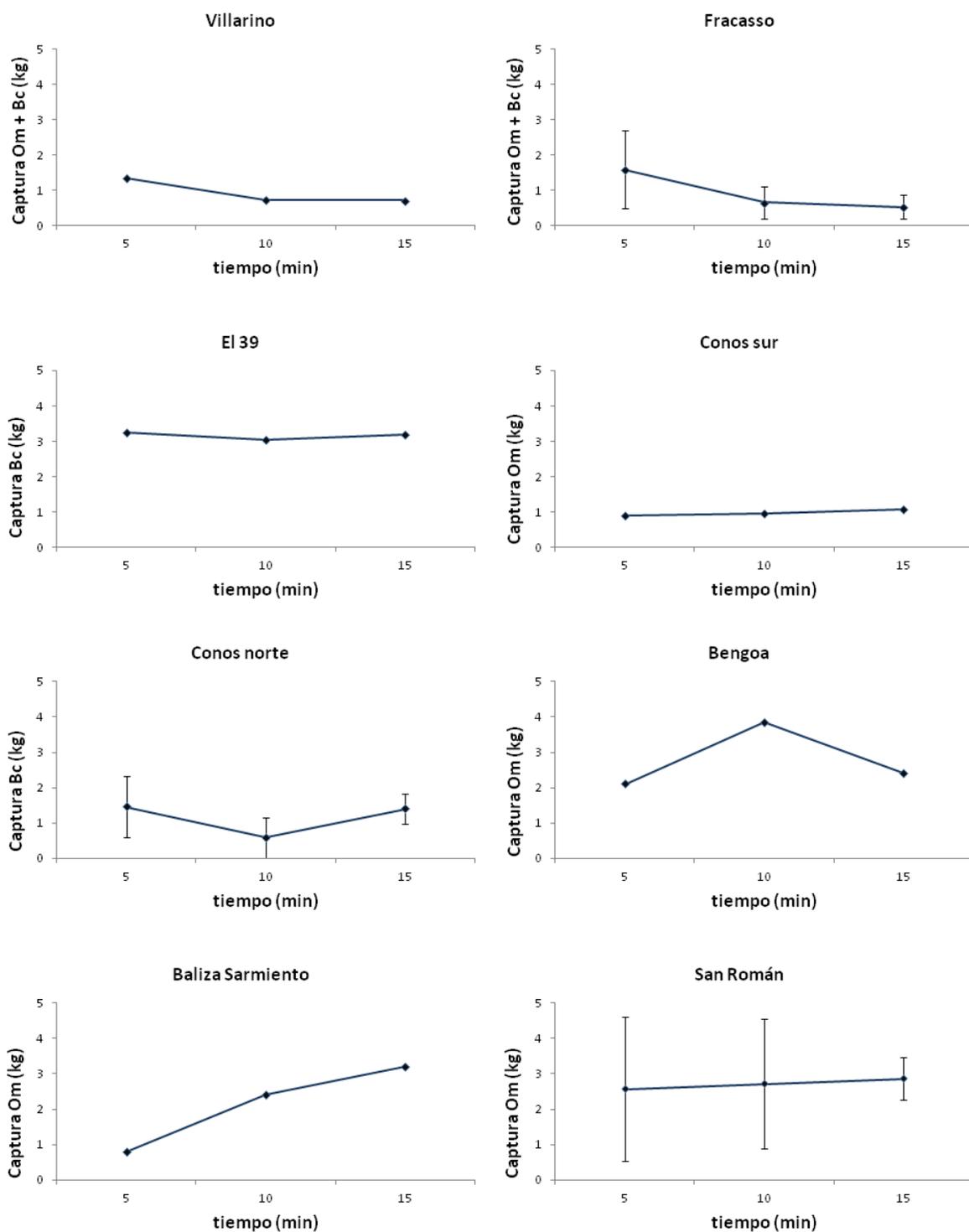


Figura 3.38. CPUE realizadas en el dominio Este del GSJ. Cada gráfico denota la captura total (en kg) realizada por un buzo durante 15 minutos en cada transecta. Las barras de error corresponden al desvío estándar. Gráficos sin barras de error representan sólo una CPUE realizada en la zona. *Bc*, *B. cochlidium* y *Om*, *O. magellanica*.

En las CPUE realizadas, en las transectas de Isla de los Pájaros, sur de Punta Conos, San Román, Baliza Sarmiento y Bengoa se capturó exclusivamente *O. magellanica*. Durante 15 minutos se recolectaron entre 7 y 55 ejemplares (Figura 3.39). En las transectas de Punta Mejillón, La Tapera, El 39 y norte de Punta Conos se capturó exclusivamente *B. cochlidium*. Durante 15 minutos se recolectaron entre 44 y 285 ejemplares (Figura 3.40). En las transectas de Villarino, Fracasso y Punta Conos se capturaron ambas especies, variando entre 12 y 92 individuos, siendo Villarino la zona en donde la captura fue mayor (Figura 3.41).

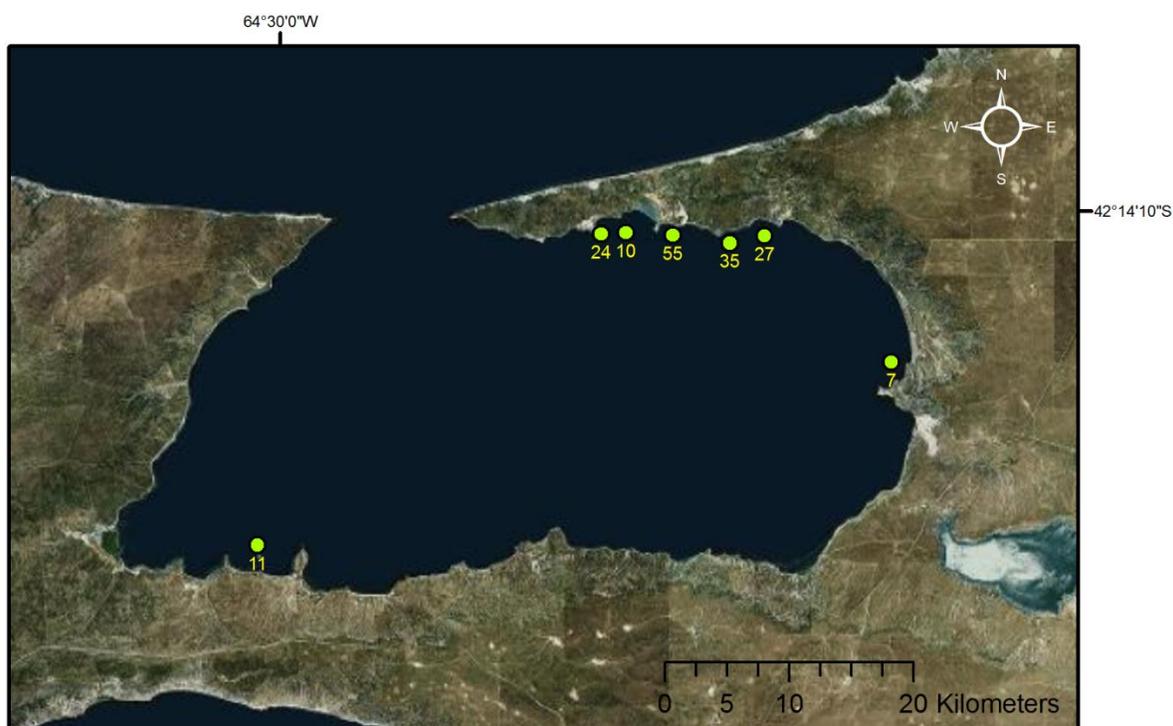


Figura 3.39. Número de individuos de *O. magellanica* capturados durante 15 minutos en zonas del Golfo San José.

3. Evaluación pesquera de gasterópodos: resultados



Figura 3.40. Número de individuos de *B. cochlidium* capturados durante 15 minutos en zonas del Gofu San José.

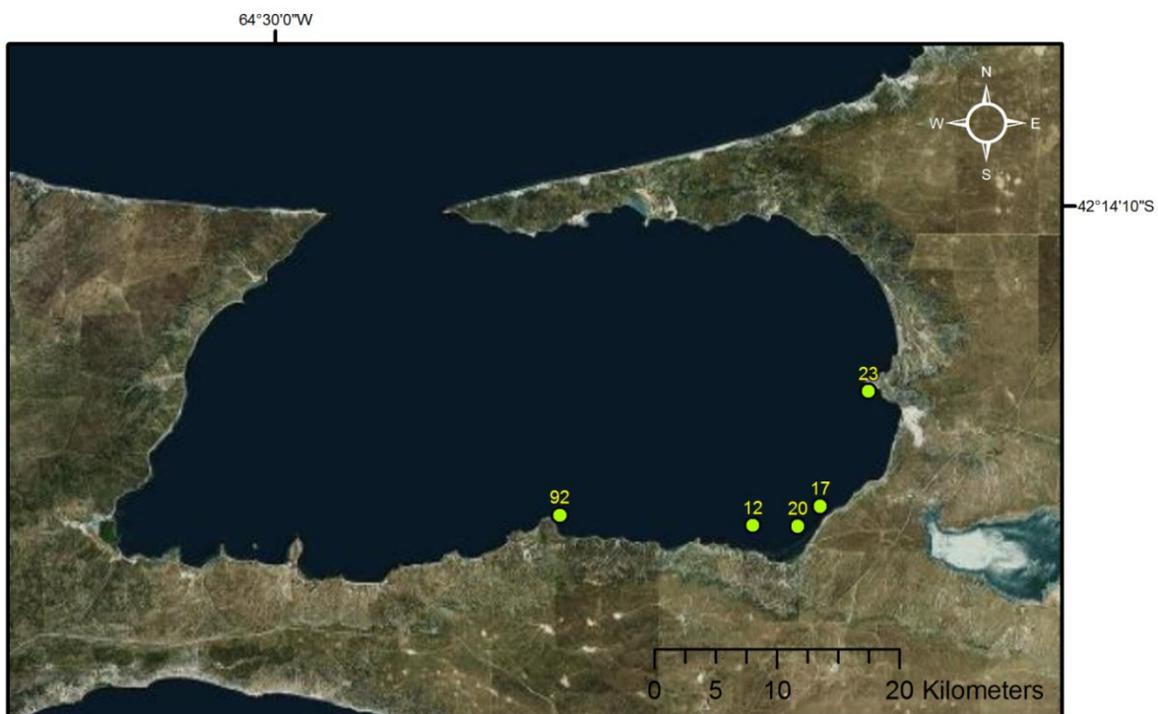


Figura 3.41. Número de individuos de *B. cochlidium* y *O. magellanica* capturados durante 15 minutos en zonas del Gofu San José.

La captura más representativa en cantidad de *O. magellanica* fue la de San Román (en una sola transecta prospectada) en donde se registró una CPUE máxima de 12,80 kg/15 minutos (55 ind/15') a una profundidad de 9 m (Figuras 3.42 y 3.43). La captura más representativa en cantidad de *B. cochlidium* fue la de "El 39" con una CPUE de 9,75 kg/15 minutos (285 ind/15') a una profundidad de 8 m (Figura 3.42). Las tallas extraídas de *O. magellanica* en las CPUE variaron entre 12,5 cm y 19,2 cm, con un peso por individuo variando entre 160 g y 600 g y un peso del pie entre 30,4 g y 132,5 g (rendimiento del 12 % al 30,4 % del peso total del individuo). Las tallas extraídas de *B. cochlidium* en las CPUE fueron de 6,7 cm y 10,9 cm, con un peso por individuo entre 24,48 g y 108,12 g y un peso del pie entre 6 g y 29,3 g (rendimiento del 11,7 % al 33,7 %).

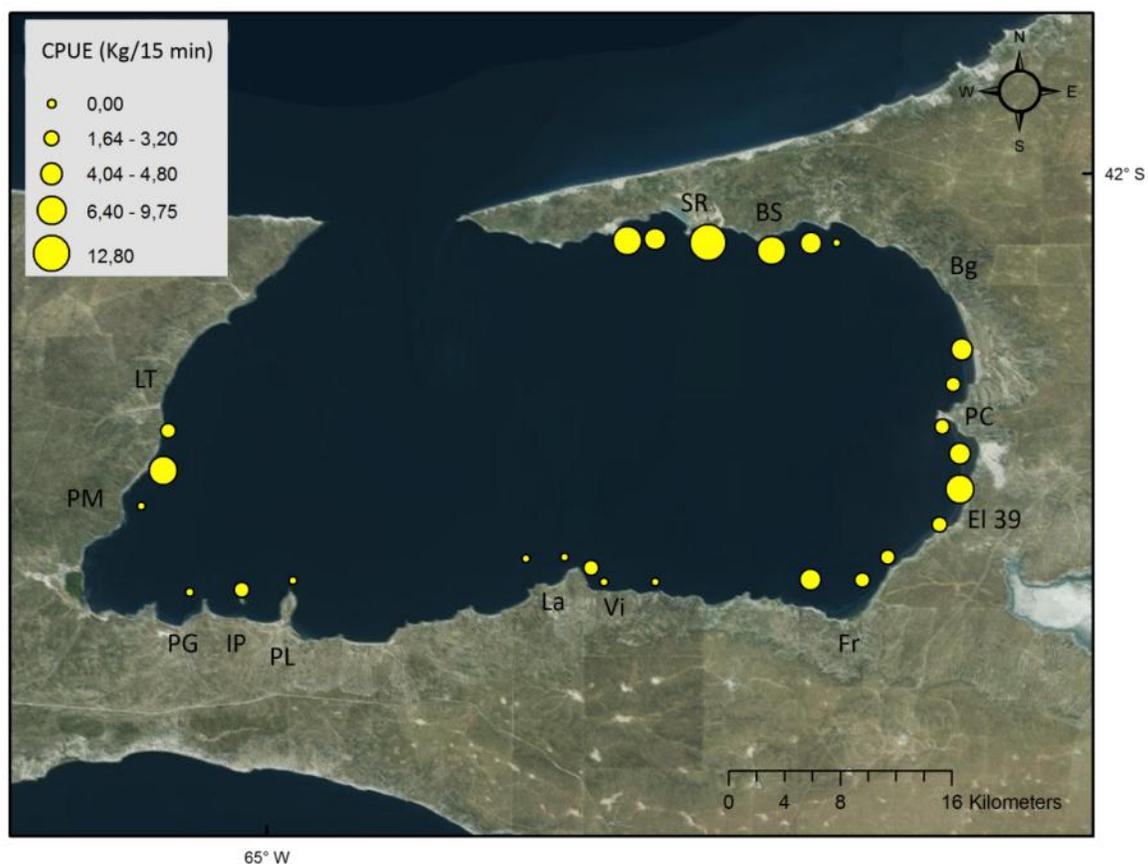


Figura 3.42. CPUE de todos los gasterópodos capturados manualmente durante 15 minutos por un buzo en el GSJ. LT, La Tapera; PM, Punta Mejillón; PG, Punta Gales; IP, Isla de los pájaros; PL, Punta Logaritmo; La, Larralde, Vi, Villarino; Fr, Fracasso; PC, Punta Conos; Bg, Bengoa; BS, Baliza Sarmiento; SR, San Román.



Figura 3.43. Gasterópodos capturados luego de realizar una CPUE en San Román. Cada bolsa representa la captura cada 5 minutos sucesivos de buceo. En este caso, la captura fue en su totalidad ejemplares de *O. magellanica*.

De las capturas realizadas en las CPUE en ambos dominios, el promedio del peso total individual para *O. magellanica* fue de 278,02 g \pm 38,53 g en el dominio Oeste y de 331,60 g \pm 93,28 g en el dominio Este. El promedio de la talla individual fue de 14,90 cm \pm 0,81 cm en el dominio Oeste y de 15,01 cm \pm 1,37 cm en el dominio Este. No se encontraron diferencias significativas del peso total (Wilcoxon: U= 332; p= 0,136) (Figura 3.44) y de la talla (ANOVA: g.l.= 1; F= 0,05; p= 0,823) (Figura 3.45) de los individuos capturados entre dominios.

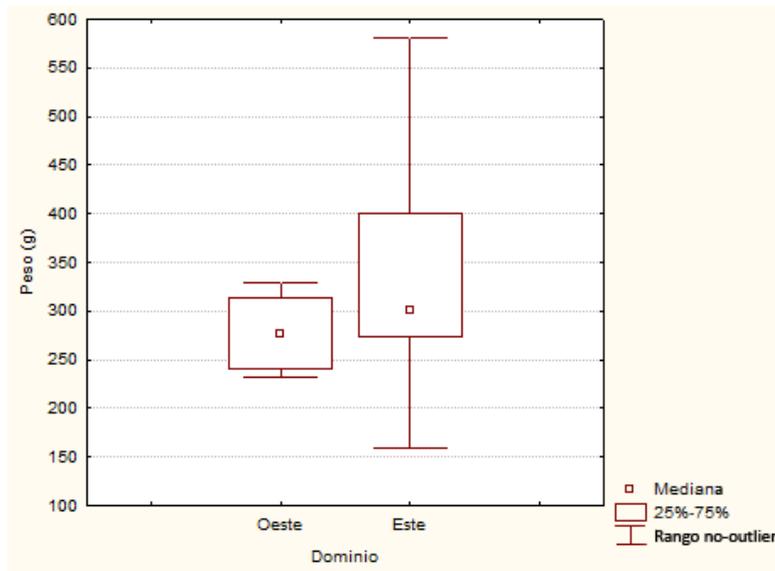


Figura 3.44. Peso total (g) de *O. magellanica* entre dominios del GSJ.

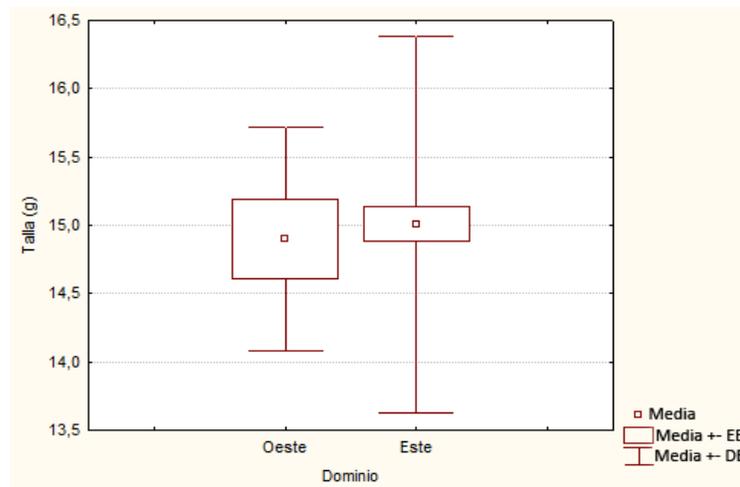


Figura 3.45. Talla promedio (cm) de *O. magellanica* entre dominios del GSJ.

El análisis de MDS registró que los individuos de *O. magellanica* capturados en el dominio Oeste no se diferencian en su peso total individual de los capturados en el dominio Este (Figura 3.46).

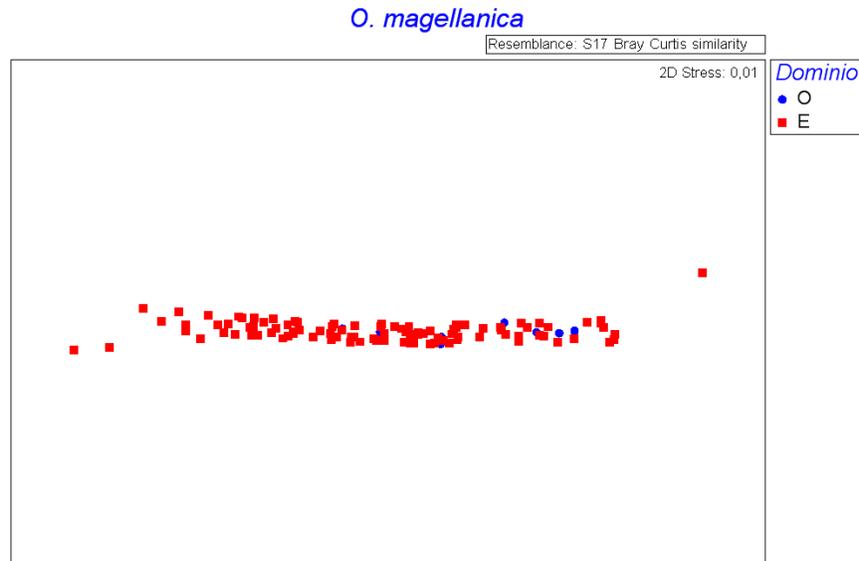


Figura 3.46. Análisis MDS comparando el peso total de los individuos de *O. magellanica* capturados en el dominio Oeste (círculos azules) y en el dominio Este (cuadrados rojos).

De las CPUE realizadas se obtuvo que el promedio del peso total individual de *B.cochlidium* fue de $68,38 \text{ g} \pm 16 \text{ g}$ en el dominio Oeste mientras que en el dominio Este fue de $47,07 \text{ g} \pm 11,12 \text{ g}$. El promedio de la talla individual fue de $8,76 \text{ cm} \pm 0,77 \text{ cm}$ en el dominio Oeste y de $7,88 \text{ cm} \pm 0,71$ en el dominio Este. Se encontraron diferencias significativas en el peso de los individuos capturados entre dominios (ANOVA: g.l.= 1; $F= 135,22$; $p= 0,001$) (Figura 3.47), como así también se encontraron diferencias significativas para las tallas (ANOVA: g.l.= 1; $F= 79,99$; $p= 0,0001$) (Figura 3.48).

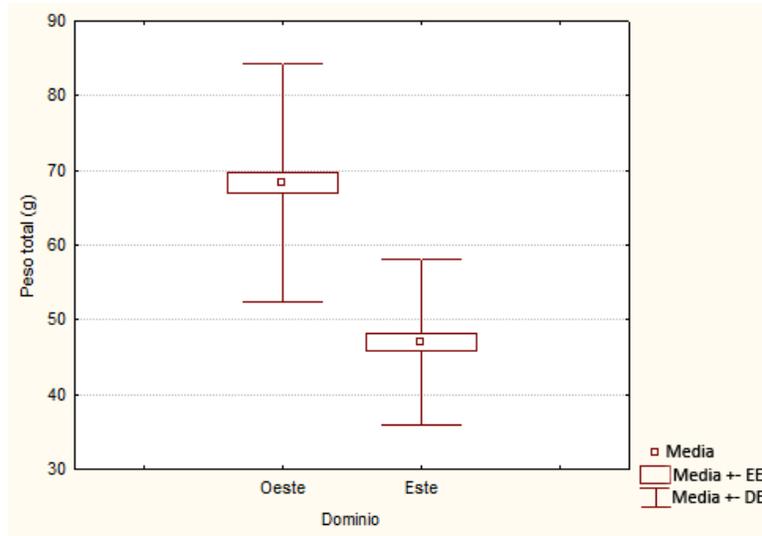


Figura 3.47. Peso total promedio (g) de individuos de *B. cochlidium* entre dominios.

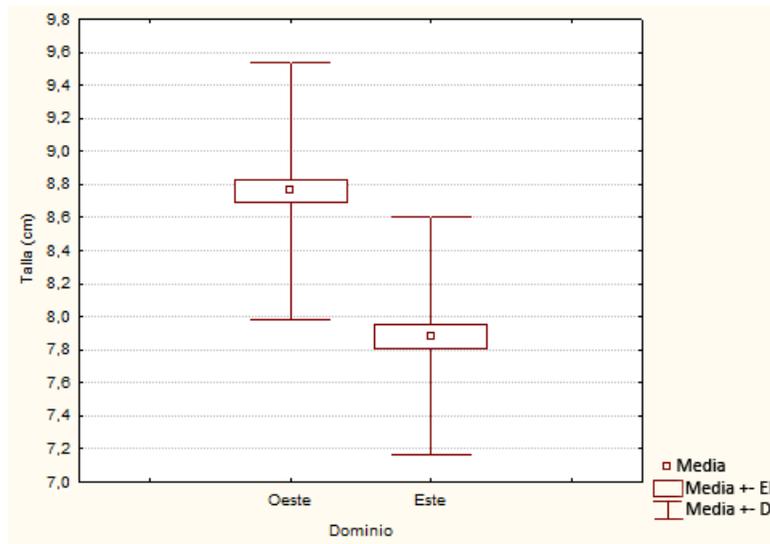


Figura 3.48. Talla promedio (cm) de individuos de *B. cochlidium* capturados entre dominios.

El análisis de MDS registró que el peso total de los individuos de *B. cochlidium* capturados en el dominio Oeste fueron diferentes de los capturados en el dominio Este, distinguiéndose dos grupos separados (A y B) con un nivel de *stress* bajo ($\leq 0,01$). Dentro de cada grupo se registraron individuos capturados en el dominio contrario (Figura 3.49).

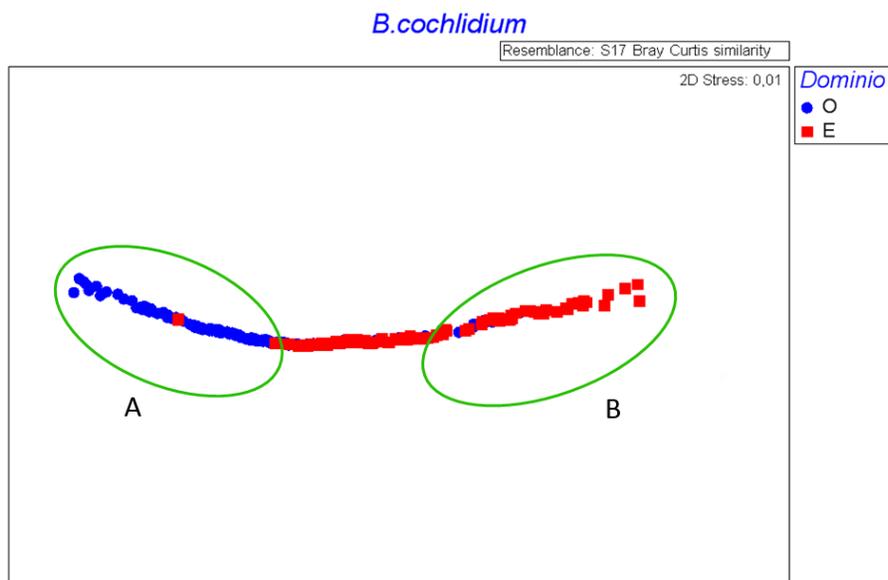


Figura 3.49. Análisis MDS comparando el peso de los individuos de *B. cochlidium* capturados en el dominio Oeste (círculos azules) y en el dominio Este (cuadrados rojos).

3.4.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA

Buccinanops globulosus

El análisis histológico de las gónadas de *B. globulosus* mostró que las hembras están maduras con oocitos vitelogénicos a partir de los 2,6 cm de longitud total de concha. El ovario comienza a desarrollarse en íntimo contacto con la glándula digestiva (Figuras 3.50; 3.51). A medida que avanza la maduración, se observan oogonias desarrollándose desde las paredes de los folículos (Figura 3.50B), alcanzando el estado maduro cuando el ovario presenta oocitos vitelogénicos, donde se observa el núcleo y nucléolo (Figuras 3.50C, D; 3.51C).

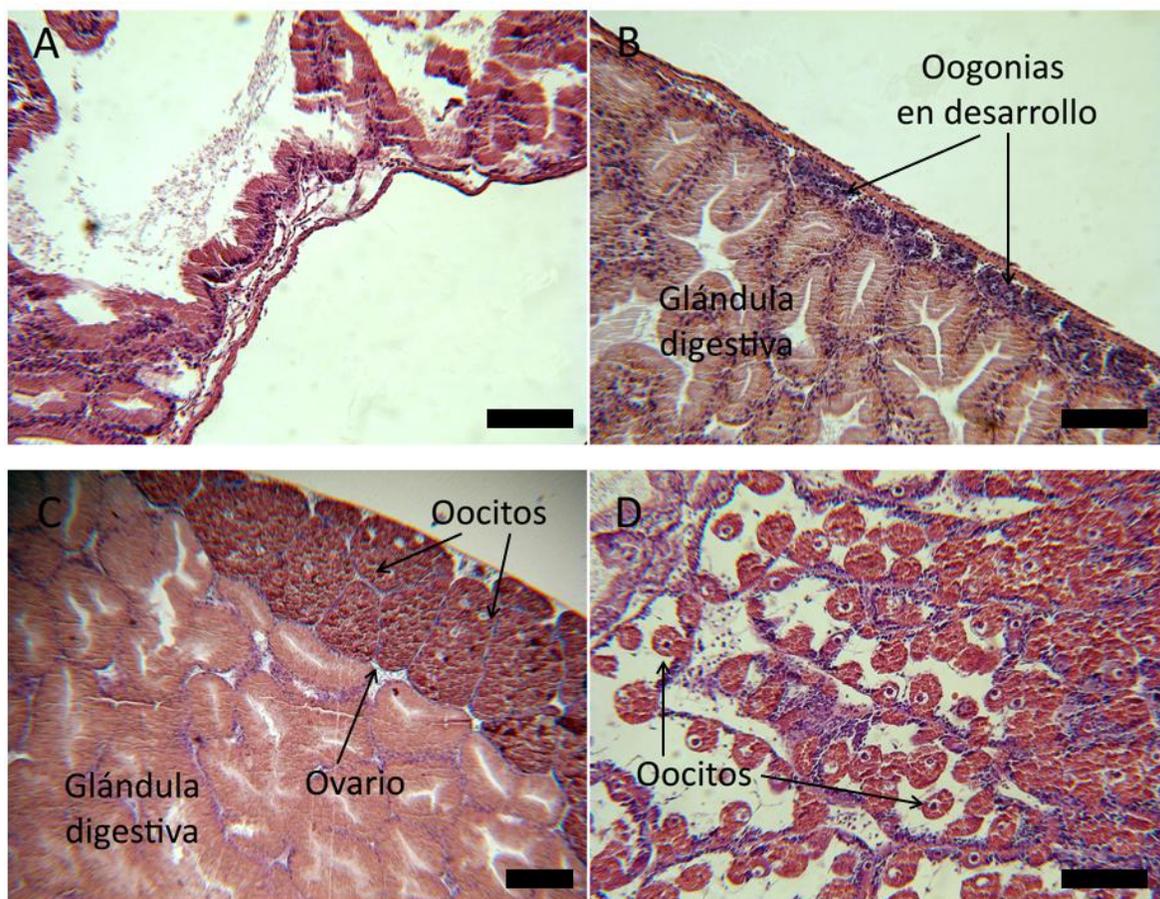


Figura 3.50. Gónada femenina de *Buccinanops globulosus*. (A) Individuo inmaduro: no se observa el desarrollo de gónada. (B) Individuo en maduración: gónada en desarrollo con oogonias tempranas. (C, D) Individuos maduros: gónadas desarrolladas con oocitos vitelogénicos. (D) Nótese el núcleo y nucléolo en los oocitos. Escala de barras: (A, B, D) 100 μm ; (C) 200 μm .



Figura 3.51. Detalle de gónadas femeninas de *B. globulosus*. (A) Ausencia de gónada, propia de individuos inmaduros. (B) gónada en maduración con oogonias en desarrollo. (C) gónada madura con oocitos vitelogénicos. Escala de barras: 100 μm .

El porcentaje mayor a 50 % de hembras con gónadas maduras se observan a partir de los 2,9 cm (Figura 3.52). Todas las hembras de la población se encontraban sexualmente maduras a tallas mayores de 3,5 cm (Figura 3.52).

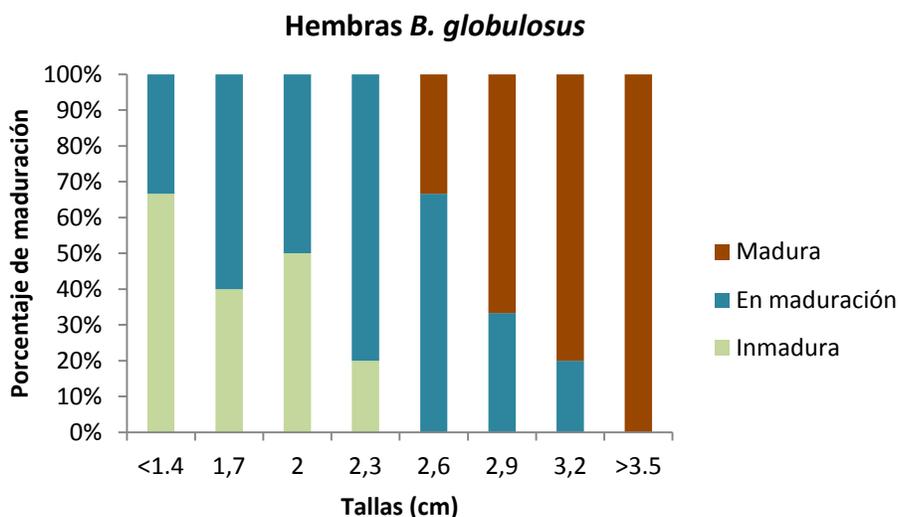


Figura 3.52. Porcentajes de maduración del ovario vs tallas de hembras.

Según el método de regresión logística, la talla en la cual el 50 % (LT_{50}) de la población de hembras muestreadas se encontraba madura fue de 2,8 cm (Figura 3.53).

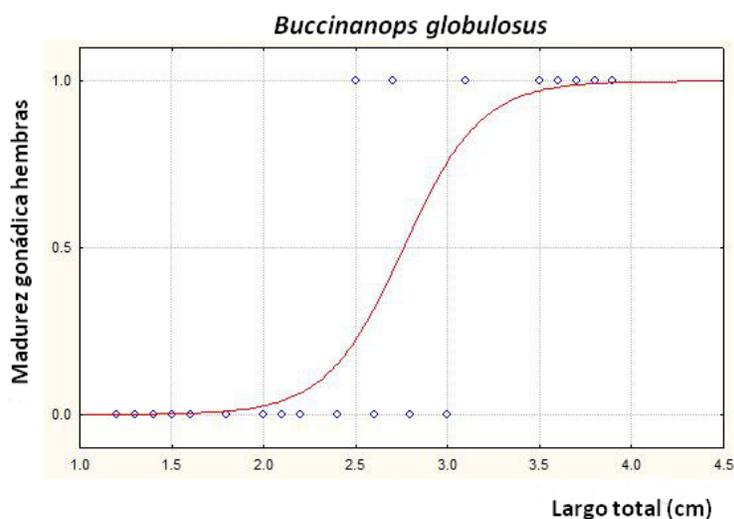


Figura 3.53. Talla a la cual el 50 % de la población de hembras de *B. globulosus* madura calculada mediante una regresión logística. $LT_{50} = 2,8$ cm (0= no maduro, 1= maduro).

Respecto a la relación entre el peso del cuerpo (PC) y la talla (LT), se observó que en las hembras de *B. globulosus* el punto de intersección entre las curvas ocurre a los 3 cm de largo total (Figura 3.54), según la siguiente ecuación:

$$y_1 = y_2$$

$$2,6772x - 5,885 = 0,9335x - 1,0702$$

$$x = 4,8148/1,7437 = 2,76$$

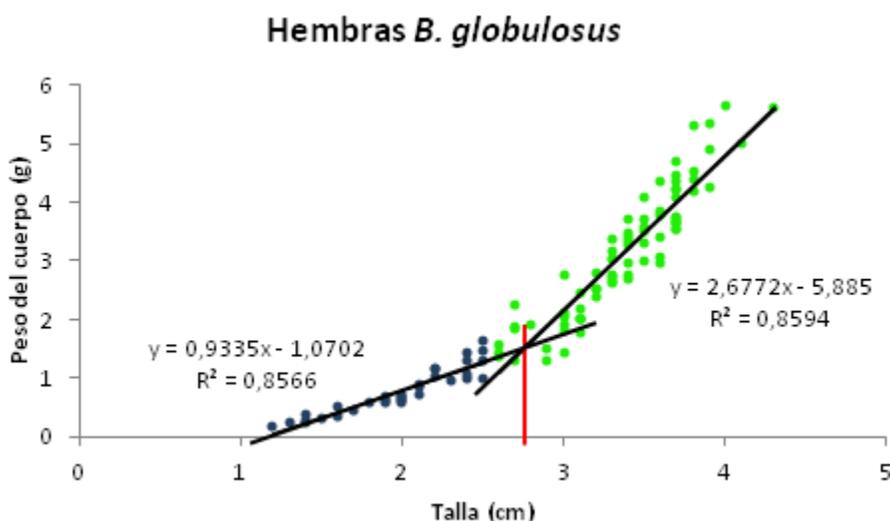


Figura 3.54 Relación entre el peso del cuerpo (PC) y talla (LT) de hembras de *B. globulosus*. Las distintas rectas ajustan los datos de individuos inmaduros (puntos azules) y maduros (puntos verdes) según PC y LT.

En el caso de la población de machos de *B. globulosus* de playa Villarino (GSJ), el proceso de maduración (observando espermatozoides maduros) se registró a partir de los 1,5 cm de longitud total de concha. La gónada se desarrolla en íntimo contacto con la glándula digestiva (Figuras 3.55), al igual que en las hembras. En un individuo inmaduro el testículo no se observa (Figuras 3.55A), diferenciándose por la presencia del pene y la ausencia de las glándulas sexuales femeninas. Al avanzar el desarrollo, se observan túbulos espermáticos con células germinales y ausencia de espermatozoides maduros

(Figuras 3.55B). En individuos maduros, se observa la gónada completamente desarrollada con los túbulos repletos de espermatozoides maduros (Figuras 3.55C, D).

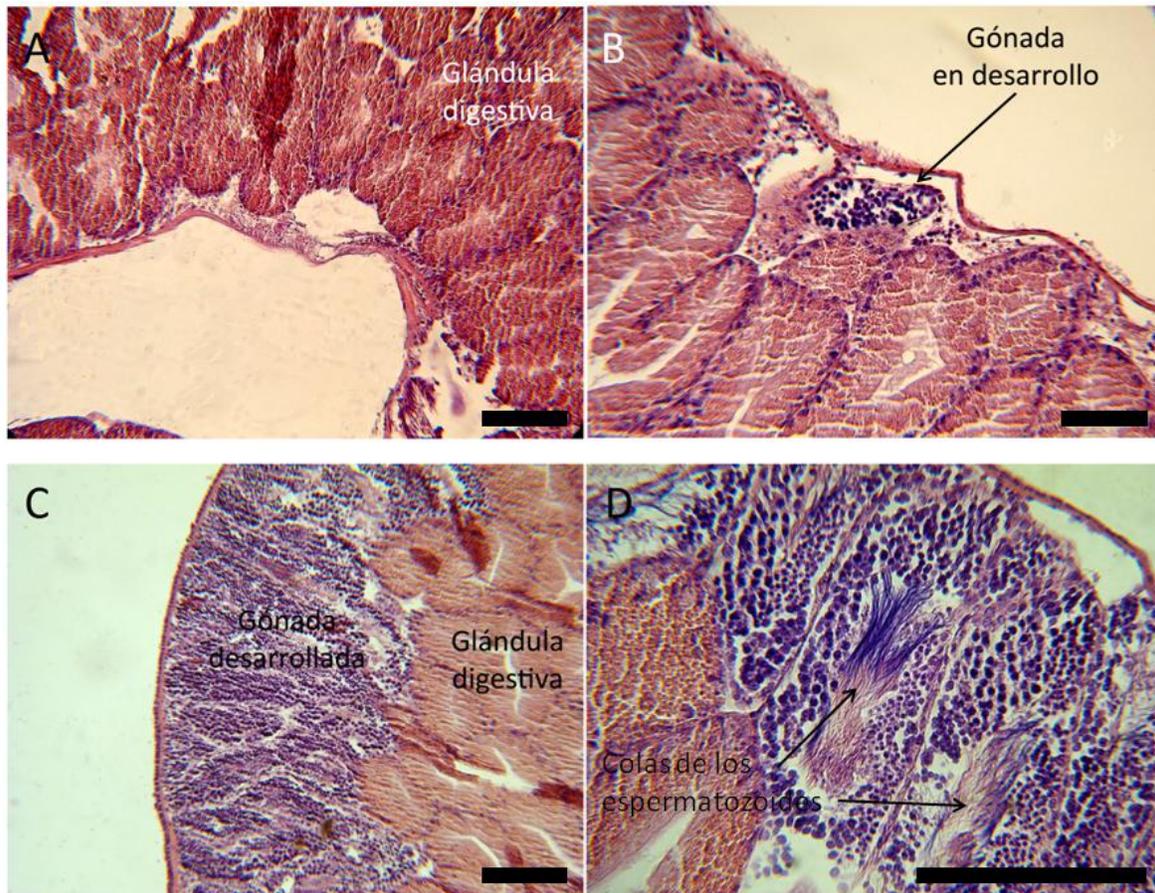


Figura 3.55. Gónada masculina de *Buccinanops globulosus*. (A) Individuo inmaduro: sin desarrollo de gónada. (B) Individuo en maduración: gónada en desarrollo. (C) Individuo maduro: gónada desarrollada. (D) Espermatozoides llenando los túbulos espermáticos con sus colas hacia la luz del túbulo. Escala de barras: 100 μ m.

En cuanto a la maduración del testículo en función de la talla se registró a los 2,1 cm un porcentaje mayor a 50 % de machos con espermatozoides maduros (Figura 3.56). En los rangos de talla analizados, todos los machos presentaron pene.

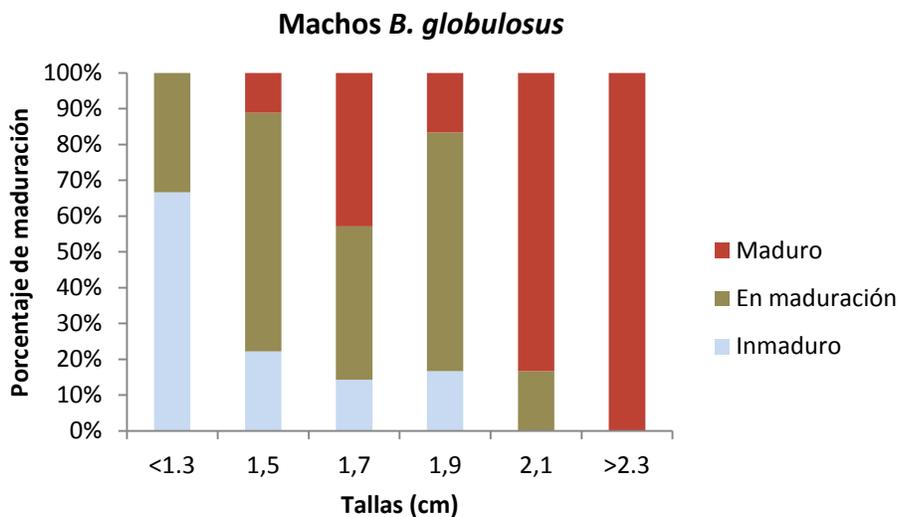


Figura 3.56. Porcentajes de maduración del testículo vs tallas de *B. globulosus*.

Según el método de regresión logística, la talla en la cual el 50 % (LT₅₀) de machos de la población se encontraba maduro fue de 1,95 cm (Figura 3.57).

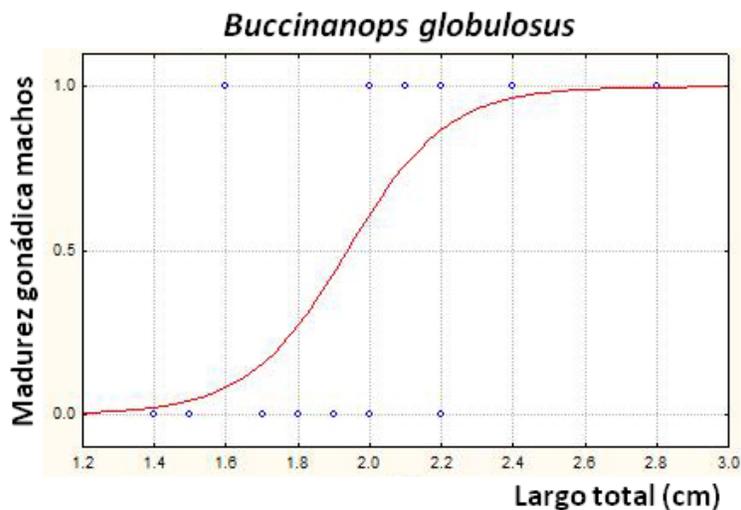


Figura 3.57. Talla a la cual el 50 % de la población de machos de *B. globulosus* madura calculada mediante una regresión logística. LT₅₀ = 1,95 cm (0= no maduro, 1= maduro).

Respecto a la relación entre el peso del cuerpo (PC) y la talla (LT), se observó que en los machos el punto de intersección entre las curvas ocurre a los 2,15 cm de largo total (Figura 3.58), según la siguiente ecuación:

$$y_1 = y_2$$

$$0,6921x - 0,6927 = 1,7519x - 2,9735$$

$$x = 1,0598/2,2808 = 2,15$$

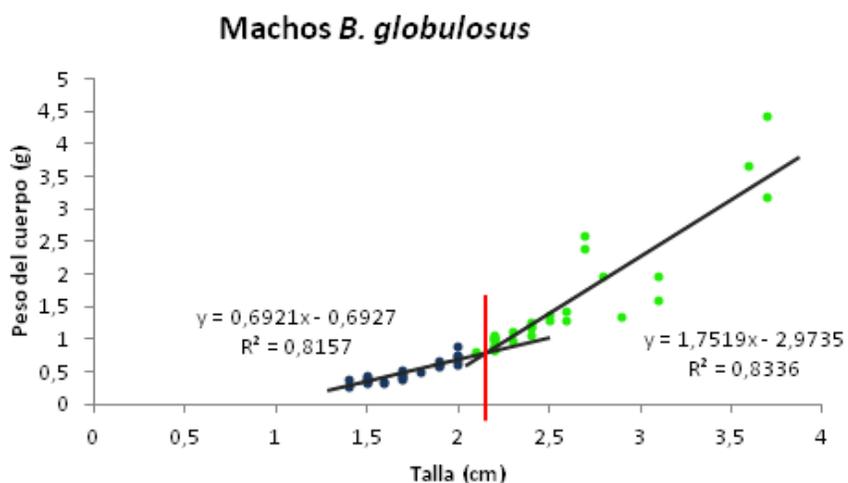


Figura 3.58. Relación entre el peso del cuerpo (PC) y talla (LT) de machos de *B. globulosus*. Las distintas rectas ajustan los datos de individuos inmaduros (puntos azules) y maduros (puntos verdes) según PC y LT.

Trophon geversianus

El análisis histológico de las gónadas de *T. geversianus* mostró que los ovocitos vitelogénicos se registran a partir de los 3 cm de longitud total de concha. En individuos inmaduros no se observó tejido gonadal (Figura 3.59A). Durante el desarrollo, se observaron folículos con oogonias en desarrollo (Figura 3.59B). En una hembra madura, se observaron los ovarios con oocitos vitelogénicos. En éstos, el núcleo y nucléolo fueron evidentes (Figura 3.59C, D).

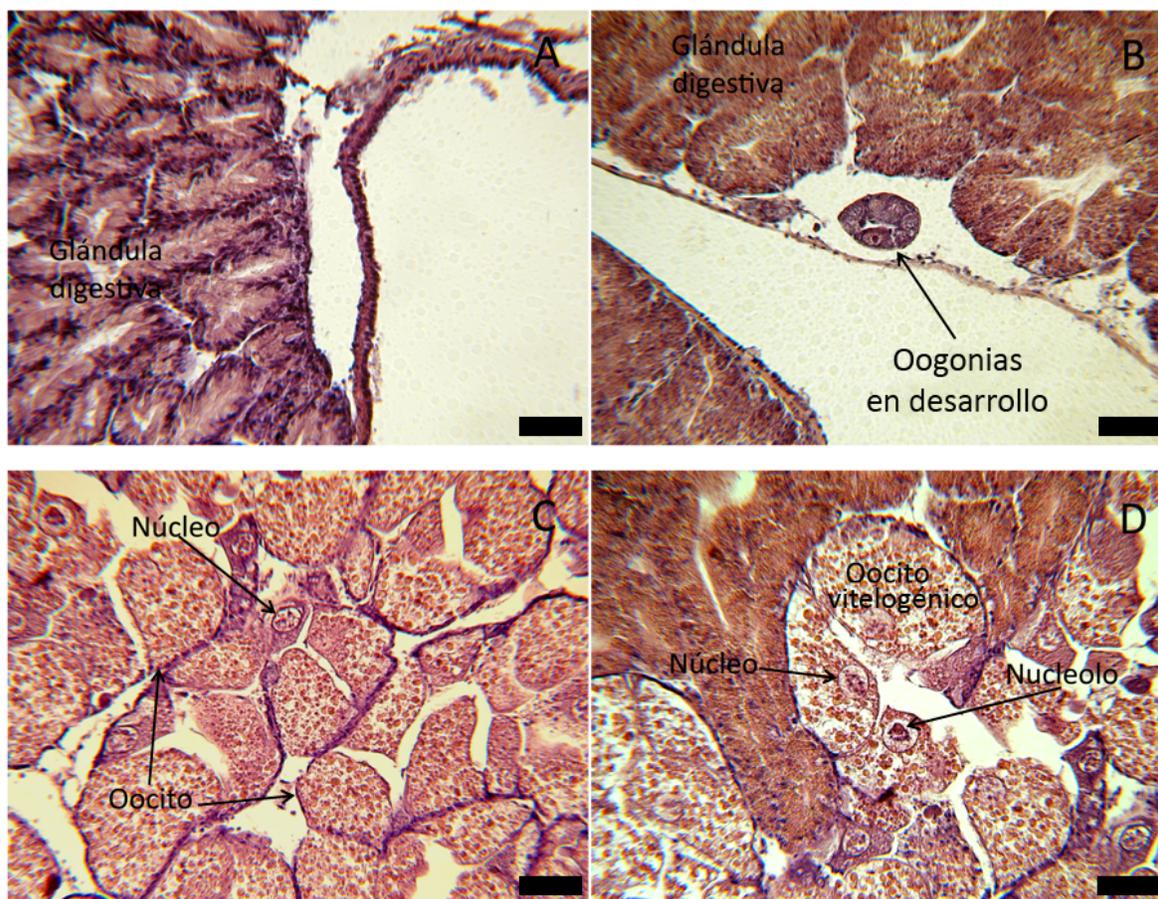


Figura 3.59. (A) Hembra inmadura: sin desarrollo de gónada. (B) Hembra en proceso de maduración con oogonias en desarrollo. (C y D) Hembras maduras: ovario repleto de oocitos vitelogénicos observándose claramente su núcleo y nucléolo. Escala de barras: 100 μm .

Todas las hembras analizadas mayores o iguales a 3,4 cm de LT se encontraban maduras (Figura 3.60).

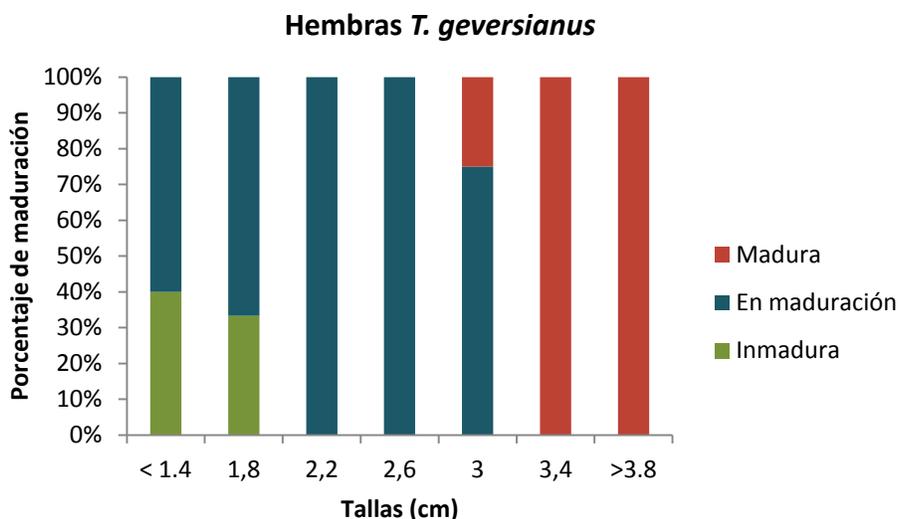


Figura 3.60. Porcentajes de maduración del ovario vs tallas de hembras de *T. geversianus*.

La talla estimada por la regresión logística, indicó que el 50 % (LT₅₀) de la población de hembras muestreadas de *T. geversianus* se encontrarían maduras a los 3 cm (Figura 3.61).

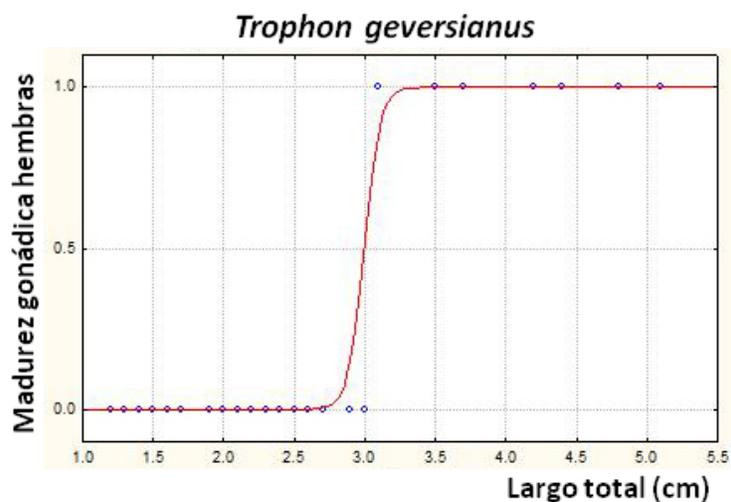


Figura 3.61. Talla a la cual el 50 % de la población de hembras de *T. geversianus* madura calculada mediante una regresión logística. LT₅₀ = 3 cm (0= inmaduro, 1= maduro).

Respecto a la relación entre el peso del cuerpo (PC) y la talla (LT), se observó que en las hembras de *T. geversianus* el punto de intersección entre las curvas ocurre a los 2,3 cm de largo total (Figura 3.62), según la siguiente ecuación:

$$y_1 = y_2$$

$$0,4079x - 0,4115 = 1,667x - 3,4073$$

$$x = 2,9958/1,2591 = 2,379$$

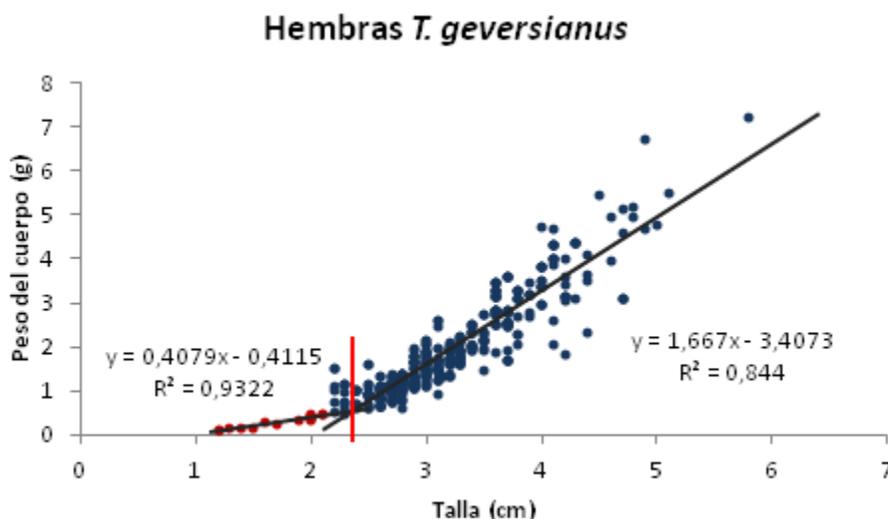


Figura 3.62. Relación entre el peso del cuerpo (PC) y talla (LT) de hembras de *T. geversianus*. Las distintas rectas ajustan los datos de individuos inmaduros (puntos rojos) y maduros (puntos azules) según PC y LT.

En el caso de los machos de *T. geversianus* de playa Villarino (GSJ), se observaron espermatozoides maduros a partir de los 1,6 cm de longitud total de concha. De los machos analizados, ninguno se encontró inmaduro. Durante la maduración, se observaron túbulos espermáticos con presencia de células germinales sin espermatozoides maduros. La gónada, al igual que en las hembras, se encuentra en íntimo contacto con la glándula digestiva (Figura 3.63). La maduración gonadal culmina con la presencia de túbulos con

espermatozoides maduros y la vesícula seminal repleta de espermatozoides (Figura 3.63B, C, D).

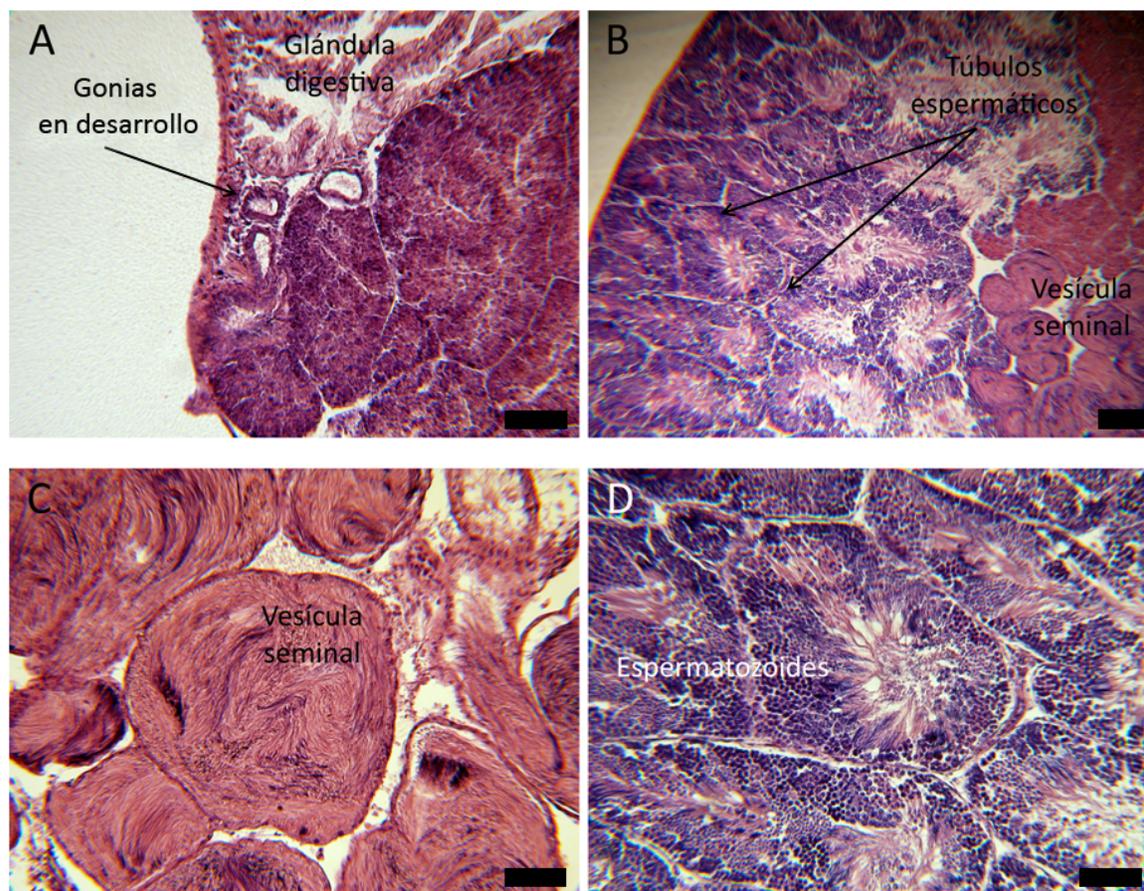


Figura 3.63. (A) Macho en maduración con espermatogonias en desarrollo. (B) Macho maduro con gónada desarrollada, espermatozoides ocupando todo el túbulo espermático y vesícula seminal llena. (C) Detalle de la vesícula seminal. (D) Espermatozoides con sus colas hacia la luz del túbulo espermático. Escala de barras: (A, C, D) 100 μ m; (B) 200 μ m.

En cuanto a la maduración del testículo en función de las tallas, se registró un porcentaje mayor a 50 % de machos maduros desde los 1,8 cm de longitud de concha. Todos los machos fueron maduros a partir de los 2 cm de largo total de concha (Figura 3.64)

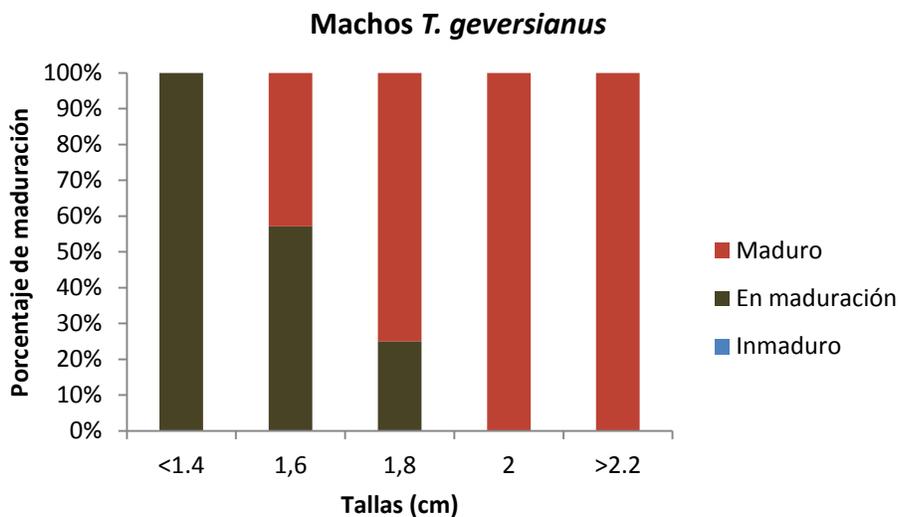


Figura 3.64. Porcentajes de maduración del testículo vs tallas de machos de *T. geversianus*.

La talla estimada por la regresión logística, indicó que el 50 % (LT₅₀) de machos de la población se encontraba maduro a los 1,65 cm (Figura 3.65).

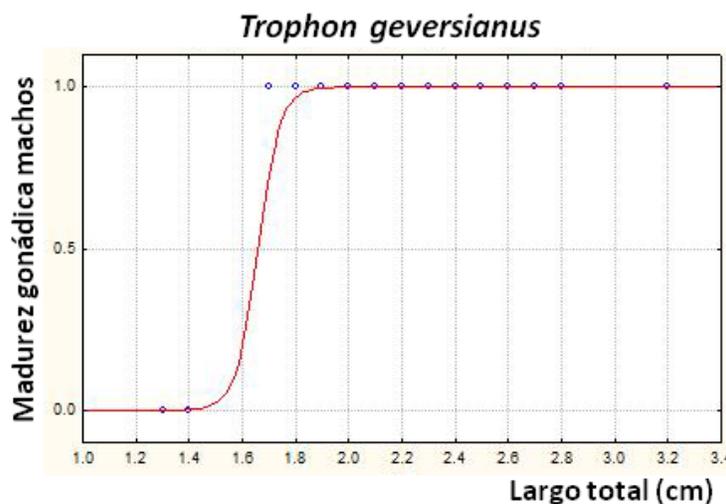


Figura 3.65. Talla a la cual el 50 % de la población de machos de *T. geversianus* se encuentra maduro, calculada mediante una regresión logística. LT₅₀ = 1,65 cm (0= inmaduro, 1= maduro).

Respecto a la relación entre el peso del cuerpo (PC) y la talla (LT), se observó que en los machos de *T. geversianus* el punto de intersección entre las curvas ocurre a los 2,05 cm de largo total (Figura 3.66), según la siguiente ecuación:

$$y_1 = y_2$$

$$0,281x - 0,241 = 1,2803x - 2,2945$$

$$x = 2,0535/0,9993 = 2,05$$

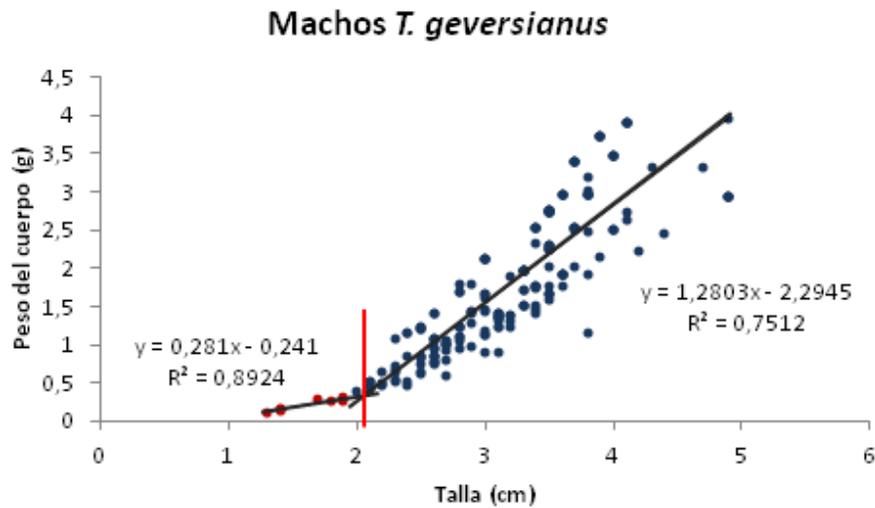


Figura 3.66. Relación entre el peso del cuerpo (PC) y talla (LT) de machos de *T. geversianus*. Las distintas rectas ajustan los datos de individuos inmaduros (puntos rojos) y maduros (puntos azules) según PC y LT.

3.5 DISCUSIÓN

3.5.1 ENCUESTAS ESTRUCTURADAS

Las zonas a relevar fueron determinadas a partir de los resultados obtenidos de las encuestas con los pescadores y otros usuarios de los recursos bentónicos del GSJ. Estas coincidían con los registros de presencia del recurso caracol en la prospección SANJO/2008 (Parma *et al.*, 2008). A partir de las encuestas se reconoció que los gasterópodos de la familia Volutidae son los principales capturados para consumo, siempre como pesca accesoria en las extracciones de bivalvos, coincidiendo con lo expuesto anteriormente por Bigatti y Ciocco (2008). *Odontocymbiola magellanica* representa la especie de mayor talla capturada en el GSJ y de interés mayor debido a su rendimiento (Bigatti y Ciocco, 2008), denotando su importancia como “recurso caracol” al igual que otras especies de la misma familia en toda la costa argentina (Carcelles, 1947; Lasta *et al.*, 1998; Ciocco, 1999; Cledón *et al.*, 2005; Giménez y Penchaszadeh, 2002; Giménez *et al.*, 2005; Bigatti *et al.*, 2007). Los encuestados expresaron que los gasterópodos del género *Buccinanops* son capturados en menor proporción y su consumo es a nivel local y de uso familiar. En el Golfo San Matías, estos recursos también son utilizados de la misma forma pero además son comercializados en mercados orientales de Buenos Aires (Capital Federal) (Narvarte, 2006; Narvarte *et al.* 2007). *Buccinanops globulosus* es la especie menos apreciada por los pecadores del GSJ y su captura se realiza mediante técnicas que coinciden con la pesca artesanal que se realiza de esta especie al norte del Golfo San Matías, en donde existe una pesquería incipiente de este recurso (Narvarte, 2006; Narvarte *et al.*, 2007). *Trophon geversianus* no es explotada por los pescadores del GSJ, por lo que no existen registros de consumo en la costa del Chubut. Esta especie tiene una importancia pesquera notoria y creciente en Chile (Santana, 1998; González *et al.*, 2007), por lo que se propuso como una especie con potencial pesquero para ser explotada en todo el litoral patagónico (Cumplido, 2009; Cumplido *et al.*, 2010).

Los encuestados opinaron que el recurso caracol tiene una importancia menor por no tener mercado comercial en la actualidad. Sin embargo, ponen de manifiesto su interés de comenzar a fomentar su consumo debido a que en la región es cada vez más conocido. Además consideran que la comercialización de este recurso, así como todos los extraídos del golfo, debe ser en forma directa entre el consumidor y el pescador para una mayor ganancia. Los pescadores están interesados en el aporte de investigadores científicos al conocimiento de la biología de cualquier recurso para evaluar su estado poblacional, estableciendo así un manejo responsable y una pesca sustentable. De esta manera, en el GSJ se logró constituir un programa de co-manejo para la pesca comercial de *Aequipecten tehuelchus* mediante la colaboración entre científicos, pescadores y usuarios directos del recurso, estableciendo lineamientos para su explotación sustentable (Orensanz *et al.*, 2005; Orensanz *et al.*, 2007).

3.5.2 PARÁMETROS POBLACIONALES

La coloración gonadal para cada una de las especies estudiadas permitió discernir entre machos y hembras. Esta coloración tuvo en cada especie un color distinto para cada sexo y concuerda con estudios previos (Bigatti, 2005; Averbuj, 2009; Cumplido, 2009; Gharsallah *et al.*, 2010). Esta característica permite diferenciar el sexo de los individuos únicamente luego del sacrificio de los mismos. El sexo también puede ser visualizado por las glándulas sexuales involucradas en la reproducción (glándula de la cápsula y del albumen), las cuales están presentes en las hembras de todas las especies estudiadas. Otra forma de diferenciación sexual fue la presencia de pene en los machos, que debe ser considerado con precaución en el caso de existencia del fenómeno de imposex. Sin embargo este fenómeno resultó ausente para todas las especies bajo estudio en el Golfo San José. Para la población de *Buccinanops cochlidium* analizada en este trabajo, la ausencia de imposex coincide con lo analizado por Averbuj (2009) para la misma especie en la misma zona. La ausencia de imposex en *Odontocymbiola magellanica* y *Trophon geversianus* coincide con lo analizado en otros trabajos en el Golfo San José (Bigatti y

Penchaszadeh, 2005; Bigatti *et al.*, 2009). Para *Buccinanops globulosus* este trabajo es el primer reporte de análisis de imposex en el Golfo San José. El imposex se incrementa con la proximidad a los puertos y se correlaciona con las concentraciones de TBT en aguas y sedimentos (Bryan *et al.*, 1987; de Mora *et al.*, 1989). En este trabajo, no se registró imposex en las hembras de todas las especies de gasterópodos analizadas por lo que se podría inferir que tanto el sedimento como el agua estén libres de este contaminante, aunque no se realizó la determinación de TBT. Bigatti *et al.*, (2009) muestran que todos los puertos a lo largo de la costa de Argentina están afectados por contaminación con TBT, la cual se asocia con la incidencia de imposex en gasterópodos. Los autores concluyen que algunas especies son indicadoras de alta, media y baja contaminación por TBT según su nivel de sensibilidad a la contaminación, siendo *T. geversianus* un buen indicador de elevados niveles de contaminación por TBT mientras que *O. magellanica*, *B. cochlidium* y *B. globulosus* son indicadores de contaminación media.

La única especie que presentó cierto dimorfismo sexual externo fue *O. magellanica* debido a la presencia de la glándula pedal en hembras, la cual está presente en toda la familia Volutidae (Ayçaguer, 2003) y tiene por función moldear y adherir las ovicápsulas al sustrato (Bigatti, 2005). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en especies de la familia Volutidae (Giménez y Penchaszadeh, 2002; Cledón *et al.*, 2005). Los individuos de ambos sexos del género *Buccinanops* pueden diferenciarse en el campo cuando las hembras llevan la puesta sobre su concha en época reproductiva (Averbuj, 2009). En cuanto a la proporción sexual de las poblaciones de cada especie, todas difirieron significativamente de la proporción esperada 1:1, excepto para la población de *O. magellanica*. Para las poblaciones de *Buccinanops cochlidium*, *Buccinanops globulosus* y *Trophon geversianus* pudo deberse a un sesgo en la captura de los individuos o por presentar una mayor cantidad de hembras en las poblaciones en cuestión. Aunque esto último no concuerda con lo registrado por Averbuj (2009) para la población de *B. cochlidium* de playa Villarino donde no encontró diferencias significativas en su proporción sexual. Durante la recolección de individuos de *B. cochlidium* en este trabajo, se notaron una mayor cantidad de hembras que machos a partir de tallas de 7 cm y muy

pocos ejemplares a tallas menores que ésta. Esto podría deberse a un sesgo de los buzos recolectores al no capturar individuos pequeños y/o a una captura influenciada por ser una especie críptica al enterrarse en el sustrato arenoso. En el caso de *B. globulosus*, la diferencia en la proporción sexual puede deberse al sesgo por su captura mediante la técnica de muestreo utilizada, coincidiendo con lo expuesto por Avaca *et al.* (2013a). La atracción por el cebo ofrecido es diferencial entre individuos acorde al sexo, talla, su condición fisiológica y las condiciones del ambiente (Himmelman, 1988; McQuinn *et al.*, 1988; Lapointe y Sainte-Marie, 1992). El tamaño de red de la trampa cebada utilizada fue ≥ 1 cm, por ende, todos los individuos menores a esa talla no fueron capturados por esta técnica. Esta diferencia en la proporción de sexos en GSJ para *B. globulosus* es coincidente con lo que respecta a algunas poblaciones estudiadas en Golfo Nuevo (Willers, 2004; Avaca, 2010) pero no a otras (Bokenhans, 2014). La ausencia de tallas menores en *T. geversianus* puede deberse a que es una especie críptica en las restingas que habitan al refugiarse debajo de la trama de mitílidos, lugar en el que habitan los juveniles e individuos de menor talla (Cumplido, 2009).

El promedio de la talla de la población de *O. magellanica* de playa Villarino (GSJ) presentó diferencias significativas entre machos y hembras. Esto quizás se deba al sesgo por parte de los buzos en su tendencia a capturar ejemplares de mayor tamaño. Este último resultado no se asocia con la existencia de mayor cantidad de hembras en la población, pues su proporción sexual no fue significativamente distinta de 1:1, como sí ocurrió en la población estudiada por Bigatti (2005) en Golfo Nuevo. El rango de tallas de la población de *O. magellanica* del GSJ (12,3 cm-17,5 cm en hembras y 11,6 cm-15,3 cm en machos) es menor que el rango estudiado en Golfo Nuevo por Bigatti (2005) (5,5 cm-20 cm en hembras y 2,9 cm-17 cm en machos). Esta diferencia quizás radica en que la población del GSJ esté siendo explotada esporádicamente y los pescadores artesanales capturen tallas grandes, a diferencia de la población del GN de la cual no se extraen ejemplares para el consumo. En este sentido, el rendimiento de *O. magellanica* (relación entre el peso del pie y el peso total individual) resultó ser del 22 %. Este porcentaje es menor al rendimiento calculado en la misma especie en otros lugares o a otros integrantes

de la misma familia. Bigatti y Ciocco (2008) calcularon para *O. magellanica* y *Adelomelon ancilla* del Golfo San Matías y Golfo San Jorge un rendimiento del 40 % al 45 %, mientras que Giménez *et al.* (2005) determinaron un 60 % el rendimiento de *Zidona dufresnei* en la costa Atlántica argentina frente a Mar del Plata. Esta diferencia de rendimiento con la especie del GSJ probablemente se deba a la forma en que se calculó este parámetro. En este trabajo se determinó en relación al peso total (con concha) y no al peso total de sus partes blandas, como lo hicieron los autores anteriormente citados. La forma de calcular el rendimiento en este trabajo, tiene la ventaja de poder estimar directamente en el campo el rendimiento total de una jornada de pesca conociendo el peso de su captura total. La talla individual de la población de *B. cochlidium* estudiada en playa Villarino no presenta diferencias significativas entre machos y hembras, en contraposición con el estudio de Averbuj (2009) sobre la misma población, en donde las tallas de hembras fue significativamente mayor. Sobre dicha población, se encontraron en este trabajo diferencias significativas del peso total entre machos y hembras pero no del peso del pie entre sexos. Esto podría asociarse a un muestreo sesgado por las elecciones de talla, ya sea por subjetividades del buzo recolector o por ser más crípticos (al estar enterrados en la arena) a tallas menores. El rendimiento de *B. cochlidium* fue del 25 %, siendo menor al calculado (de la misma forma que en este trabajo) por Averbuj (2009) que fue del 37 %. Este rendimiento menor podría deberse a que, así como en la población de *O. magellanica*, la población de *B. cochlidium* está siendo explotada por pescadores artesanales o turistas durante el verano. Cabe aclarar que el sector elegido en playa Villarino para realizar las extracciones de esta especie fue diferente al elegido por Averbuj (2009) en la misma playa. En una prospección de reconocimiento del sitio en donde trabajó dicho autor, no se encontraron ejemplares de *B. cochlidium* y sí en cambio de *O. magellanica*, que fue de donde se extrajeron los individuos para esta tesis. Esto también puede ser una explicación a las diferencias de parámetros determinados en este trabajo con los de Averbuj (2009). El promedio de la talla de la población de *B. globulosus* presentó diferencias significativas entre machos y hembras, donde se observó un mayor porcentaje de hembras a partir de los 3 cm e inclusive la ausencia de machos a mayores

tallas. Asimismo, el promedio del peso (total, del cuerpo y del pie) fue mayor en hembras que en machos. Esta especie ha sido estudiada en los golfos norpatagónicos por varios autores y en cada población se han determinado diferentes valores en cuanto a sus parámetros poblacionales (Narvarte *et al.*, 2008; Avaca, 2010; Bokenhans, 2014; Primost, 2014). Estos autores trabajaron en poblaciones del Golfo Nuevo y encontraron diferencias significativas entre sexos, donde las hembras fueron en promedio más grandes, postulando que tales diferencias pueden estar asociadas a diferentes tasas de crecimiento existiendo variaciones en las edades máximas alcanzadas en cada población o por la remoción de individuos por efectos antrópicos en una determinada zona. En la población de *B. globulosus* estudiada en este trabajo, la diferencia de tallas calculada, como así también de los pesos, podría asociarse directamente al método de muestreo, el cual es selectivo en tallas (mayores al tamaño de malla de red) y a la pluma de olor del cebo utilizado, el cual podría no ser efectiva para el total de la población. La ausencia de tallas recolectadas de *B. globulosus* también podría estar asociado a la depredación sobre ellos, tal como propone Salas (2009), quien registra la disminución de ejemplares de *B. globulosus* en el Golfo San Matías en la clase de 30 mm-40 mm y sugiere a la depredación diferencial por algunas especies de cangrejos sobre esta especie como factor de disturbio en las clases de tallas. En este trabajo, en el 100 % de las trampas cebadas para la captura mensual de estos ejemplares, se encontraron cangrejos consumiendo el cebo aunque no se observaron depredando directamente sobre los ejemplares de *B. globulosus*. La talla individual de *T. geversianus* no registró diferencias significativas entre machos y hembras, aunque las hembras tuvieron las tallas máximas. En el caso de la población de playa Villarino, las tallas se mantienen en proporción posiblemente a la no extracción de este recurso. Las únicas diferencias entre los parámetros estudiados en *T. geversianus* (además de su proporción de sexos) fue la del peso del cuerpo, donde las hembras presentaron significativamente mayores pesos. Esta diferencia de peso de sus partes blandas entre sexos podría estar relacionada con el ciclo reproductivo y la liberación de gametas, tal como fue observado en otros gasterópodos de la zona (Averbuj *et al.*, 2010; Cumplido *et al.*, 2010; Zabala, 2013).

3.5.3 RELEVAMIENTO PESQUERO

3.5.3.1 Relevamiento de gasterópodos mediante trampas

Las extracciones de gasterópodos comestibles con trampas cebadas son usualmente utilizadas en pesquerías de Europa, Asia y Norteamérica (Gros y Santarelli, 1986; Santarelli, 1987; Himmelman, 1988; Kideys, 1993; Valentinsson *et al.*, 1999; Fahy, 2001; Saglam *et al.*, 2007; Shalack, 2007; Gratti *et al.*, 2010). Entre los artes de pesca, este método de extracción es considerado de bajo impacto sobre el fondo donde se coloquen y el *by-catch* puede ser minimizado dependiendo del diseño de la trampa (Logothesis y Beresoff, 2004). Por décadas, el hombre ha utilizado este método para la extracción de varias especies de peces, cangrejos, langostas y gasterópodos carroñeros (Himmelman, 1988). Estos organismos localizan o detectan la carroña mediante una combinación de mecano-quimiorreceptores de su sistema sensorial (Smith y Baldwin, 1984) a partir de un umbral en la concentración de sustancias emitidas por la fuente de alimento (Himmelman, 1988; Lapointe y Sainte-Marie, 1992). Esto se presenta en un área alrededor de la carroña, llamada área de atracción, dentro de la cual los predadores u organismos carroñeros detectan y activan sus movimientos hacia el alimento, donde su forma y tamaño es influenciada por la dirección y velocidad de las corrientes de mareas, el sustrato, la profundidad y el comportamiento del animal (Himmelman, 1988). Dentro de los gasterópodos comestibles de importancia económica alrededor del mundo, géneros como *Buccinum sp.*, *Busycon sp.*, *Busycotypus sp.*, *Nassarius sp.*, *Neptunea sp.*, o las especies *Bolinus brandaris*, *Hexaplex trunculus* y *Rapana venosa*, entre otras, son capturadas por este método (Lapointe y Sainte-Marie, 1992; Santarelli, 1987; Himmelman, 1988; Kideys, 1993; Nashimoto *et al.*, 1995; Saglam *et al.*, 2007; Shalack, 2007; Park *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2008; Grati *et al.*, 2010).

La ausencia de capturas en las trampas puede estar relacionada a la ausencia de especies carroñeras en dichos lugares. En Villarino y Fracasso las especies capturadas fueron del género *Buccinanops*, las cuales son carnívoras oportunistas y/o carroñeras (Scarabino, 1977; Narvarte, 2006; Averbuj *et al.*, 2012), siendo atraídas por la carnada así

como se reporta en otros miembros de la familia Nassariidae (Morton y Britton, 2003; Grati *et al.*, 2010). En las trampas donde se capturaron ejemplares de *B. cochlidium* en playa Villarino, éstos fueron menores a la talla mínima de captura (LT= 8 cm; Averbuj, 2009), observando la poca efectividad de este método en esta especie debido al bajo número de ejemplares capturados. No existen registros de pesca, con fines de consumo o comercio, con trampas cebadas exclusivamente de esta especie. En el Golfo San Matías, la pesquería de gasterópodos es multiespecífica y *B. cochlidium* es capturada de forma incidental cuando se fondean trampas en el submareal (Narvarte *et al.*, 2007). En la costa de Chubut esta especie se captura manualmente por buceo en las faenas de pesca de bivalvos, como se expuso anteriormente en los resultados de las encuestas realizadas a los pescadores artesanales. La especie capturada en Villarino y Fracasso por trampas fue *B. globulosus*. Esta especie también es capturada en la pesquería multiespecífica de gasterópodos del Golfo San Matías (Narvarte *et al.*, 2007), aunque sobre ella se han realizado algunos estudios sobre su incipiente pesquería (Narvarte, 2006; Narvarte *et al.*, 2007; Avaca, 2010). En el Golfo San Matías su captura es mediante trampas cebadas (al igual que en el Golfo San José) y de forma manual en marea baja. Como cebo se utiliza principalmente pescado, sea fresco o podrido, o almeja púrpura *Amiantis purpurata* en estado fresco (Narvarte, 2006; Avaca *et al.*, 2013a), mientras que en el GSJ la carroña utilizada varía en función de lo que se tiene para ofrecer. En este trabajo, se ofreció carne ovina en estado de putrefacción al igual que utilizaron diversos autores (Bokenhans, 2014; Primost, 2014; Rocha, 2014) para capturar *B. globulosus* en Golfo Nuevo con fines científicos. En el Golfo San José, las diferencias en el número de ejemplares que respondieron a la carroña y quedaron atrapados variaron de una trampa a otra. A la misma profundidad y en la misma zona, una misma especie respondió de manera distinta en cada una de las trampas. Esta variación puede deberse a diferencias en el área de atracción de cada trampa en cuanto a su forma y tamaño. Estas diferencias están relacionadas a factores físicos del ambiente en donde se coloca la trampa y a factores bióticos (McQuinn *et al.*, 1988), siendo la dirección y velocidad de la corriente de marea, el tipo de sustrato, el estado reproductivo de los individuos y la tasa de alimentación de la

población bajo explotación los más representativos (Himmelman, 1988; McQuinn *et al.*, 1988; Lapointe y Sainte-Marie, 1992).

En todas las trampas extraídas hubo captura incidental o *by-catch* de organismos. Los cangrejos fueron los competidores exclusivos por la carroña con los gasterópodos, inclusive se registró la presencia de estos cangrejos en trampas con el cebo totalmente consumido. Esto denota una competencia directa que también pone de manifiesto Fahy (2001) en la pesquería de *Buccinum undatum* del Mar de Irlanda. Alrededor del mundo, organismos como peces del género *Gobius*, *Centropristis*, *Stellifer* y *Serranus*, equinodermos del género *Astropecten* y *Asterias*, la tortuga *Malaclemys terrapin* y cangrejos de los géneros *Liarcinus*, *Illia*, *Brachinotus*, *Macropodia*, *Maja*, *Pilumnus*, *Sicyonia*, *Callinectes* y *Libinia*, entre otros, son capturados incidentalmente en pesquerías de gasterópodos mediante trampas (Saglam *et al.*, 2007; Shalack, 2007; Grati *et al.*, 2010; Shalack *et al.*, 2011). En el Golfo San José, los cangrejos capturados fueron *Peltarion spinosulum*, *Leurocyclus tuberculatus*, *Cyrtograpsus altimanus* y *Leucippa pentagona*, todas especies carroñeras características de la costa patagónica y de fondos arenosos (Boschi, 1979; Arntz *et al.*, 1999; Roux y Piñero, 2006; Idaszkin *et al.*, 2013).

En este trabajo las trampas fueron inefectivas para *Odontocymbiola magellanica* y *Trophon geversianus*. En el caso de *T. geversianus*, las trampas fueron fondeadas en lugares diferentes a su hábitat (fondos blandos) y la especie presenta hábitos tróficos que difieren de los carroñeros, ingiriendo sólo presas vivas a las que perfora su valva calcárea (Harasewych, 1984; Carriker y Gruber, 1999; Cumplido, 2009; Pío, 2010). *O. magellanica*, en cambio, comparte el hábitat de los nasáridos aquí estudiados y es una especie carnívora, pero no presenta un hábito de alimentación carroñera. Sus presas son inmovilizadas con el pie, narcotizadas y consumidas vivas (Bigatti, 2005; Bigatti *et al.*, 2010). Estos resultados concuerdan con lo registrado por Bigatti y Ciocco (2008) donde no capturaron ningún volútido a partir de una serie de trampas fondeadas en los golfos San Matías y San Jorge, relacionando este hecho al mecanismo de alimentación que presenta la familia Volutidae, así como la ausencia de individuos de *A. ancilla* en trampas fondeadas en playas de Golfo Nuevo (Zabala, 2013).

3.4.3.2 Relevamiento de gasterópodos mediante transectas

La estimación de la abundancia y densidad de la fauna bentónica marina para fines pesqueros es realizada comúnmente con dragas o por medio de pesca de arrastre, logrando estimaciones frecuentemente poco fiables debido a su baja y variable eficiencia, provocando daños al sustrato marino y a la sustentabilidad de las especies (Katsanevakis, 2007). Debido al hábitat en el que se encuentran los gasterópodos y a su naturaleza sedentaria, son sensibles a estos métodos de extracción y vulnerables a la sobreexplotación en algunas regiones del mundo, logrando así el decaimiento de sus stocks y en algunas ocasiones su colapso (Leiva y Castilla, 2002). En las pesquerías de gasterópodos es necesaria una importante información de referencia en cuanto a sus parámetros poblacionales para un efectivo manejo en orden de evitar la sobreexplotación y agotamiento de sus stocks (Mohan *et al.*, 2012). Para obtener esta información de referencia es necesario identificar la especie de interés y sobre ella utilizar el método más apropiado para su estudio. Tanto la investigación como el manejo de especies bentónicas necesitan adoptar métodos y estrategias acordes con la estructura espacial de los recursos bajo estudio y explotación (Amoroso, 2012). Para especies de gasterópodos que viven a baja profundidad, las observaciones directas por medio de buceo presentan ventaja ante otros métodos de extracción debido a que los registros dependen de la captura y no son destructivos al hábitat en el que se encuentran (Katsanevakis, 2005, 2007).

Prospección puntual

La prospección de gasterópodos marinos dentro de un área geométrica (circular, rectangular, cuadrada, etc) establecida sobre el sustrato, para evaluar densidades y abundancias, ha sido realizada por diversos autores en *Haliotis spp.* (Peck y Culley, 1990; McShanne, 1995; Neuman *et al.*, 2010), *Strombus spp.* (Stoner *et al.*, 1988; Davis y Stoner, 1994; de Jesús Navarrete y Oliva Rivera, 1997; Pérez Pérez y Aldana Aranda, 2000; Gómez-Campos *et al.*, 2005; Ballesteros *et al.*, 2007; Arroyo Mora, 2008; Tagliafico *et al.*, 2012), *Trophon geversianus* (González *et al.*, 2007), *Buccinanops cochlidium* (Averbuj, 2009); *Concholepas concholepas* (Moreno *et al.*, 1986), *Rapana venosa* (Carranza *et al.*, 2010;

Snigirov *et al.*, 2013), entre otras. Estos estudios se han realizado en base a la información preliminar sobre los hábitos alimenticios y hábitat de los gasterópodos de interés.

El método de la prospección puntual dentro de un área circular en tres playas del Golfo San José, sirvió para registrar la distribución por profundidades y densidad en las mismas de los gasterópodos bajo estudio que coexisten sobre sustratos blandos. Se registraron ejemplares de *Buccinanops cochlidium* únicamente en playa Bengoa a profundidades someras sobre sustratos de arena. La densidad registrada para esta especie en playa Bengoa (entre 0,015-0,025 ind/m²) se encuentra dentro del rango de densidades calculado en la prospección mediante bandas realizada también en este trabajo. Además, la densidad determinada en el área circular fue mucho menor que la registrada por Averbuj (2009) en playa Villarino (0,41 ind/m²). Se registraron, asimismo, ejemplares de *Odontocymbiola magellanica* entre 5 m y 20 m de profundidad en las tres playas analizadas del GSJ sobre sustratos de arena, fango y mixtos de arena y tosca o rodados. El rango de densidad determinado para esta especie (entre 0,015-0,019 ind/m²), estuvo dentro del rango que se determinó mediante la prospección por bandas en esta tesis en las tres playas en cuestión, aunque por el método puntual la densidad determinada fue menor que por bandas submareales. Además, la densidad determinada en el área circular fue menor que la registrada por Bigatti (2005) para *O. magellanica* en Golfo Nuevo (entre 0,01-0,09 ind/m²) y mucho menor que la registrada por Bigatti y Ciocco (2008) para volútidos en los golfos San Matías y San Jorge (0,2 ind/m²). Esta diferencia en la densidad de las especies puede estar relacionada al método de evaluación que se utilice y la cantidad de réplicas realizadas. Averbuj (2009) realizó cuadrantes submareales para caracterizar la estructura poblacional de *B. cochlidium* en playa Villarino. Bigatti (2005) y Bigatti y Ciocco (2008) utilizaron prospecciones por bandas submareales en la determinación del estado poblacional de volútidos comestibles en dichos golfos patagónicos. La ausencia de *Buccinanops globulosus* se debió directamente a que en los puntos geográficos determinados para hacer la prospección no se encontraba dicha especie.

Al aplicar esta metodología se procedió a registrar las especies que coexisten con los gasterópodos a cada profundidad analizada. Esta información es de utilidad para estudios futuros de alguna especie reconocida en este trabajo. Así, se determinó que las especies de cangrejos que habitan las playas del GSJ se encuentran a diferentes profundidades. Las almejas se encuentran a profundidades someras, excepto la almeja panopea *Panopea abbreviata* que también se presenta en profundidades mayores. La vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus*, el mayor recurso pesquero del GJS, se encuentra en todo el rango batimétrico estudiado, confirmando así lo que expone el relevamiento de bancos de vieiras SANJO/2013 (Fiorda *et al.*, 2013).

Prospección por bandas

Al estimar el estado de una población, la determinación de la densidad y de la abundancia se vuelve fundamental para evaluar la biomasa disponible (Balán-Dzul y de Jesús Navarrete, 2011). Para efectuar dicha evaluación en este trabajo se realizaron prospecciones por bandas (transectas) submareales como lo hicieron diversos autores para *Strombus spp.* (Iversen *et al.*, 1987; Berg *et al.*, 1988; Stoner y Schwarte, 1994; Tewfik *et al.*, 1998; Santos Valencia *et al.*, 2013), *Haliotis spp.* (McShane, 1995; Hart y Gorfine, 1997; Neuman *et al.*, 2010), miembros de la familia Volutidae (Bigatti, 2005; Bigatti y Ciocco, 2008; Roche, 2013; Zabala, 2013), entre otros.

En el relevamiento mediante bandas realizado en el Golfo San José se registraron abundancias variables de las especies en función de las zonas prospectadas. *Odontocymbiola magellanica* se registró principalmente en el dominio Este del GSJ, a donde pertenecían las playas Villarino, Punta Conos, Bengoa, Baliza Sarmiento y San Román, donde se dieron las mayores abundancias de esta especie, registrando hasta 8 individuos en 200 m² ($\bar{d}= 0,04$ ind/m²) al norte del GSJ. Por el contrario, las menores abundancias en la prospección de este gasterópodo fueron en el dominio Oeste del GSJ (La Tapera, Punta Mejillón, Punta Gales, Isla de los Pájaros y Punta Logaritmo), donde en Punta Logaritmo se registraron las mayores densidades con 2 individuos en 200 m² ($\bar{d}= 0,01$ ind/m²). *Buccinanops cochlidium* se registró en los dos dominios del GSJ, donde las

mayores abundancias se encontraron en Punta Mejillón (dominio Oeste) con 65 individuos en 200 m² ($d= 0,325 \text{ ind/m}^2$) y en “El 39” (dominio Este) con 120 individuos en 200 m² ($d= 0,6 \text{ ind/m}^2$). Estas diferencias de abundancias por especie podrían estar relacionadas al hábitat que le resulten favorables a cada una para su desarrollo. En este sentido, el desarrollo favorable de *O. magellanica* en el dominio Este podría estar relacionado a sus hábitos tróficos. El dominio Este del GSJ presenta una elevada tasa de retención larval proveniente del dominio Oeste debido a un patrón predecible y recurrente en la circulación dado por un sistema frontal, haciendo con esto que las poblaciones locales de bivalvos sean persistentes en la columna de agua (Tremblay y Sinclair, 1990; Amoroso, 2012). Al ser el dominio Oeste más homogéneo recibiendo aportes constantes de nutrientes desde la plataforma externa y el dominio Este menos turbulento, con baja tasa de renovación y alto consumo (Amoroso, 2012), favorecería al asentamiento de larvas y desarrollo de bivalvos. *O. magellanica* es un gasterópodo carnívoro cazador, por lo que se sería beneficiado por la elevada producción de bivalvos presentes en el dominio Este. Esta diferencia en el asentamiento y crecimiento de bivalvos se ha registrado en algunos trabajos, como la vieira tehuelche (Ciocco, 1991; Ciocco, 1992; Orensanz, 1986; Amoroso, 2012) y la almeja *Leukoma antiqua* (Escati-Peñaloza *et al.*, 2010). *Buccinanops cochlidium*, en cambio, presenta hábitos tróficos diferentes de *O. magellanica* y su marcada presencia en los dos dominios podría estar relacionada a una mayor oferta de alimento en todo el golfo, pudiendo cazar y/o alimentarse de carroña (Averbuj, 2009). Las abundancias de *O. magellanica* registradas en esta tesis coinciden con las registrados por Bigatti (2005) y Bigatti y Ciocco (2008), mostrando como los volútidos se presentan en bajas densidades y podrían ser sensibles a una sobrepesca o a un manejo errado en sus extracciones. La densidad de *B. cochlidium* encontrada a lo largo del GSJ estuvo dentro del rango que para la misma especie encontró Averbuj (2009) en playa Villarino ($d= 0,41 \text{ ind/m}^2$). Esta densidad en el GSJ coincide con la de otros nasáridos de tallas similares de importancia comercial alrededor del mundo, por ejemplo para *Nassarius mutabilis* en la costa de Italia ($0,6 \text{ ind/m}^2$; Fabi *et al.*, 2006).

La CPUE frecuentemente se utiliza como un índice para evaluar la densidad de un recurso en una zona, siendo importante en el proceso de análisis de una pesquería (Orensanz *et al.*, 2005). Los análisis de CPUE requieren una estratificación de los datos con categorías significativas o factores, tales como áreas estadísticas, tiempo (año, estación, mes), tiempo del día (día, noche) y tipo de unidad de pesca, definida acorde a atributos variables (Orensanz *et al.*, 2006). Sin embargo, la CPUE y la abundancia no siempre presentan una relación lineal, no siendo siempre la CPUE un buen índice para estimar la abundancia de un stock (Orensanz *et al.*, 2006). En un escenario simplificado, la relación entre la CPUE y la abundancia dependerá de la concentración del perfil del stock y de la eficiencia de la captura (Orensanz *et al.*, 1998). En este trabajo, las estimaciones de CPUE se realizaron como una medida de capturabilidad con fines comerciales y se efectuaron en las bandas o transectas donde se registraron importantes abundancias de gasterópodos de interés comercial. En el dominio Oeste, los resultados de las CPUE realizadas denotaron una disminución del recurso a medida que transcurría el tiempo de extracción, denotando la mayor captura en los primeros 10 minutos. En el dominio Este se registró una gran cantidad de las dos especies de gasterópodos según la playa que se prospectaba. Además, se registraron ejemplares de *B. globulosus* en los intermareales de arena y de *T. geversianus* sobre las restingas submareales reconocidas. En el extremo oriental del dominio Este, en donde la captura fue exclusiva de ejemplares de *B. cochlidium* en gran cantidad, las CPUE realizadas fueron relativamente constante o con un leve aumento al transcurrir el tiempo. En las transectas prospectadas en Baliza Sarmiento y San Román al norte del dominio Este, en donde la captura fue exclusiva de ejemplares de *O. magellanica*, las CPUE fueron siempre en aumento a medida que transcurría el tiempo. Esto puede deberse a la elevada densidad de cada recurso en las zonas donde se localizan y las extracciones al transcurrir el tiempo posiblemente no estarían siendo dependientes de la captura anterior. En las extracciones realizadas en la parte sur y sureste del dominio Este (Villarino y Fracasso), se nota un descenso al transcurrir el tiempo, observando la mayor captura en los primeros 5 minutos. Esto podría estar relacionado a la captura mixta

de especies, en donde el peso de la extracción estará relacionado a la cantidad de ejemplares de cada especie que se realice.

Las capturas de *O. magellanica* no difirieron en talla y en peso por individuo entre dominios, lo que representaría una similitud en su captura al momento de las extracciones. Sin embargo, la totalidad de ejemplares capturados en el dominio Oeste fue muy baja para realizar esta comparación y, por ende, esta conclusión se vería supeditada a una captura mayor de esta especie en este dominio. Para *B. cochlidium*, en cambio, sí se encontraron diferencias significativas en el peso y talla individual entre dominios, mostrando que esta especie en el dominio Oeste presenta mayores valores en estos parámetros. Esto implicaría que entre capturas de la misma cantidad de ejemplares realizada en ambos dominios del GSJ, representaría un mayor rendimiento en su peso y, por lo tanto, en su ganancia comercial la efectuada en el dominio Oeste.

Las estimaciones de CPUE calculadas en esta tesis difieren en gran medida de las determinadas por Bigatti y Ciocco (2008), donde los autores registraron una CPUE de 65,85 kg/buzo/hora en el Golfo San Matías de todos los volútidós encontrados (*Z. dufresnei*, *O. magellanica*, *A. ancilla* y *A. beckii*) y una CPUE de 59,5 kg/buzo/hora en el Golfo San Jorge de las mismas especies. Esta diferencia resulta por la forma de calcular la CPUE en ambos trabajos. Los autores citados realizaron una extracción de 5 minutos en cada zona con importancia comercial y lo extrapolaron a una hora de captura. Esta forma de calcular la CPUE se basó en la manera en que se realiza la valoración y estado poblacional de la vieira tehuelche en el Golfo San José mediante el relevamiento anual SANJO (1996-2013). En éstas, un buzo extrae vieiras en una zona de elevada densidad durante 5 minutos y los resultados se extrapolan a una hora. Esta forma de calcular la CPUE usada en los gasterópodos podría ser errónea debido a que su dinámica poblacional es muy diferente al del mencionado bivalvo, ya que son especies móviles. En Argentina no se tienen registros previos de CPUE sobre el nasárido *B. cochlidium*, lo que hace a estos resultados información de referencia para estudios futuros.

3.5.4 TALLAS DE MÍNIMA MADUREZ REPRODUCTIVA

Los métodos para la obtención de la talla de mínima madurez reproductiva en las especies analizadas fueron todas coincidentes entre sí (método histológico, método de regresión logística y método de regresión lineal segmentada). Estudios similares fueron realizados para otras especies de gasterópodos (Giménez y Penchaszadeh, 2003; Averbuj, 2009; Zabala, 2013; Nieto Vilela, 2014) y en crustáceos (Lovrich *et al.*, 2002). Estos métodos estiman de manera efectiva la talla de madurez observada en los análisis de gónadas por histología y se podrían utilizar estimativamente en otras especies. Asimismo, son métodos alternativos para utilizarlos en las mismas especies de otras zonas en los que no se han realizado cortes histológicos de gónadas para tal fin.

Las tallas de primera madurez reproductiva para *Buccinanops globulosus* y *Trophon geversianus* analizadas difieren entre sexos, donde los machos alcanzan la madurez gonadal a tallas menores que las hembras. Sumado a la temprana maduración de los machos en ambas especies, se observó que presentaban pene incluso en individuos inmaduros. Esta maduración temprana por parte de los machos también fue observada en gasterópodos volútidos como *Zidona dufresnei*, *O. magellanica*, *Adelomelon brasiliana*, *A. ancilla* y *Voluta musica* (Giménez y Penchaszadeh, 2003; Cledón *et al.*, 2005; Bigatti *et al.*, 2008; Peralta, 2012; Zabala, 2013). De las familias que se analizaron en esta sección, se determinó esta misma situación en el nasárido *Buccinanops cochlidium* en el GSJ (Averbuj, 2009) y en los murícidos *Hexaplex trunculus* y *Bolinus brandaris* en la costa de Túnez (Elhasni *et al.*, 2010, 2013). Esta maduración diferencial en tallas entre sexos podría estar relacionada a un crecimiento diferencial entre sexos o a un retraso en las hembras para madurar (Elhasni *et al.*, 2013). Adicionalmente, se debe agregar que la talla de primera madurez de una población de gasterópodos puede ser variable si está sujeta a explotación pesquera (Torroglosa y Giménez, 2010). Bajo esta premisa, la población de *T. geversianus* no tendría variación en sus tallas porque no está siendo sometida a explotación.

Para la población de *Buccinanops globulosus* analizada en este trabajo, la talla a la que el 50 % de las hembras alcanzan la madurez fue de 2,8 cm. En las poblaciones

estudiadas por Avaca (2010), las tallas de madurez de las poblaciones de *B. globulosus* variaron entre zonas analizadas, siendo 1,8 cm y 3,9 cm en dos playas diferentes del Golfo San Matías y 2,5 cm en Golfo Nuevo. Estas diferencias muestran que la talla de primera madurez en gasterópodos puede variar apreciablemente en poblaciones de diferentes áreas geográficas, como ha sido documentado en otras especies (Kideys *et al.*, 1993; Elhasni *et al.*, 2013). El cambio de la tasa de incremento en el peso respecto a la talla en las hembras de *B. globulosus* se registró a los 3 cm, siendo muy aproximada a la talla de madurez gonadal (2,9 cm), observando con esto la ganancia en peso del individuo al madurar, posiblemente, debido a la formación de su gónada y glándulas accesorias (Cledón *et al.*, 2005). En los machos fue a los 2,15 cm, ligeramente mayor que la talla registrada en la madurez gonádica (2,10 cm).

Para la población de *Trophon geversianus* analizada en este trabajo, la talla a la que el 50 % de las hembras alcanzan la madurez fue de 3 cm y de 1,65 cm en los machos. En el caso de esta especie, el cambio de la tasa de incremento en el peso respecto a la talla (punto de quiebre) en las hembras se registró a los 2,3 cm y en los machos a los 2,05 cm, difiriendo de la talla de madurez gonádica calculada, donde para las hembras se determinó en 3,4 cm y de 1,8 cm para los machos. El punto de quiebre observado en las hembras, así como en las hembras de otras especies, posiblemente sea debido a la ganancia en peso al madurar y la formación de las glándulas accesorias, como anteriormente se citó. La diferencia calculada en los machos entre el LT_{50} y la regresión lineal segmentada puede deberse a la ausencia de machos inmaduros en la muestra analizada. Para *T. geversianus* es el primer registro de su talla de mínima madurez reproductiva.

Para la determinación de la talla de mínima madurez reproductiva en otras poblaciones a lo largo del rango geográfico de distribución de cada una, se recomienda utilizar los métodos alternativos a la técnica histológica. Esto representaría una forma rápida de conocer la talla de mínima madurez en poblaciones que están siendo explotadas y cuidar así el recurso para tales fines, aunque siempre hay que corroborar por métodos histológicos.

CAPÍTULO 4:

**COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y
ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA**

4.1 INTRODUCCIÓN

El acceso a alimentos de adecuada calidad para mantener la composición corporal normal a lo largo del ciclo de vida humano, es fundamental para lograr buena salud (FAO, 2007). En las últimas décadas se han acelerado los cambios en el modo de vida y en el hábito alimentario de los seres humanos, provocando grandes consecuencias en el estado de salud y nutrición de las poblaciones (Saraví, 2009). La demanda de alimentos ricos en proteínas se incrementa, especialmente en países desarrollados, estimulando la exploración de recursos inutilizados o no tradicionales (Woodcock y Benkendorff, 2008). La población mundial en crecimiento consume cada vez más alimentos provenientes del océano debido al interés en la búsqueda de suministros de mejor calidad nutricional. Peces, moluscos y otros organismos acuáticos son una excelente fuente de proteínas superior a las de algunas carnes vacunas y aves domésticas, por lo que son incluidas en la dieta de muchas sociedades alrededor del mundo (Arularasan *et al.*, 2010). La explotación de organismos marinos mediante su captura o su cultivo podría suministrar aportes nutritivos a una alimentación balanceada. Ésta debería proveer alrededor de 60-70 % de calorías a partir de carbohidratos, entre 10-12 % de proteínas y 20-25 % de lípidos (Babu *et al.*, 2010). Conocer las propiedades alimenticias y energéticas que presentan los alimentos provee valiosa información referente a la salud de los seres humanos y su nutrición (D'Armas *et al.*, 2010). Estas propiedades alimenticias y energéticas, se expresan en la composición bioquímica que presenta un organismo (Nagabhushanam y Mane, 1978).

La composición bioquímica de organismos para consumo humano se expresa en general como el porcentaje de cinco constituyentes básicos: proteínas, lípidos, carbohidratos (glucógeno), cenizas y humedad y varía ampliamente entre especies dependiendo de factores como talla, sexo, madurez y regímenes alimenticios y estacionales (Babu *et al.*, 2010). En los moluscos, los resultados de estos estudios bioquímicos permiten determinar su valor alimenticio, proporcionando información para

entender su balance ecológico y energético (Giese y Pearse, 1974). En general, la energía en moluscos es almacenada antes de la gametogénesis cuando el alimento es abundante en forma de lípidos, proteínas y carbohidratos. Posteriormente es utilizada en la producción de gametas cuando la demanda metabólica es elevada (Bayne, 1976). La acumulación y disminución del almacenamiento de reservas depende principalmente del estado del desarrollo gonádico, de la cantidad de alimento disponible (Pazos *et al.*, 1996) y de factores ambientales como temperatura, salinidad y productividad primaria, que afecten las actividades metabólicas (Beninger y Lucas, 1984).

El mantenimiento del ciclo gametogénico en un organismo requiere estrategias adaptativas, una de las cuales es mantener un ciclo bioquímico equilibrado (Galap *et al.*, 1999). En los moluscos, existe una estrecha correlación entre el contenido lipídico en las gónadas y la fase del ciclo reproductivo en que se encuentre (Pazos *et al.*, 1996). La gametogénesis utiliza una gran cantidad de energía y requiere un continuo aporte de nutrientes durante la biosíntesis de células reproductivas (Navarro *et al.*, 1989). La época de producción de gametas en moluscos se caracteriza por una elevada concentración de lípidos corporales y también puede verse asociada a una disminución en las concentraciones de carbohidratos por desgaste energético o transformación de carbohidratos a lípidos (Beninger y Lucas, 1984; Ruiz *et al.*, 1992; Galap *et al.*, 1999; Ren *et al.*, 2003; Gharsallah *et al.*, 2010).

Existen múltiples investigaciones en las que se determina la composición bioquímica de gasterópodos comestibles y se los relaciona con su ciclo reproductivo, como en *Thais lamellosa* (Stickle, 1975), *Strombus gigas* (Manzano y Aldana Aranda, 1998), *Haliotis varia* (Najmudeen, 2007), *Phyllonotus pomum* y *Chicoreus brevisfrons* (D'Armas *et al.*, 2010) y *Hexaplex trunculus* (Gharsallah *et al.*, 2010), entre otros. Es de destacar que no existen este tipo de trabajos en gasterópodos de interés comercial en Argentina. Los gasterópodos son cada vez más consumidos, no sólo por la calidad de su carne, la cual es de buen sabor, sino por ser nutritiva con elevada cantidad de proteínas y baja cantidad de lípidos y calorías, considerándose apta para consumo en personas con problemas cardíacos al ser libre o bajo de colesterol (Arularasan *et al.*, 2010) y ricos en

ácidos grasos poliinsaturados (D'Armas *et al.*, 2010; Babu *et al.*, 2011). En algunas culturas, se le atribuye propiedades terapéuticas a la carne de los gasterópodos y contiene elevados niveles de vitaminas B y C, carbohidratos y proteínas, necesarios en el sistema muscular y también magnesio, hierro, fósforo, yodo, cobre, azufre y calcio, elementos esenciales para el buen cuidado de la salud (Arularasan *et al.*, 2010).

La determinación de la composición bioquímica en los gasterópodos comestibles y su relación con el ciclo reproductivo, aporta información relevante para su consumo y necesaria al momento de sugerir pautas para el manejo responsable del recurso.

4.2 OBJETIVO

Determinar la composición bioquímica (humedad, cenizas, proteínas, lípidos y glucógeno) del pie y órganos de gasterópodos comestibles del Golfo San José y relacionarla con las épocas reproductivas de cada especie.

4.3 METODOLOGÍA

4.3.1 COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA

Se capturaron mensualmente por buceo autónomo en playa Villarino (Metodología general), entre 5-6 individuos de *Odontocymbiola magellanica*, entre 4-9 de *Buccinanops cochlidium*, entre 8-20 de *Buccinanops globulosus* y entre 10-24 ejemplares de *Trophon geversianus* y se llevaron al laboratorio para su procesamiento. A cada ejemplar se le midió la talla y se registró el peso total y peso del cuerpo (partes blandas). Luego, se los diseccionó en dos porciones: pie y resto de los órganos, pesándose cada porción. Posteriormente se colocó a cada porción en estufa a 60 °C para su secado, moliéndolas posteriormente a polvo fino en mortero de porcelana hasta su homogeneización. Mensualmente se obtuvieron dos muestras secas por especie para la caracterización de su composición mediante ensayos bioquímicos. Se utilizaron métodos colorimétricos midiendo la absorbancia en un espectrofotómetro marca *HP 8452A*. Las determinaciones se realizaron en colaboración con personal del Laboratorio de Oceanografía Química y Contaminación de Aguas (LOQyCA) del CENPAT. De cada muestra seca mensual por especie se obtuvieron pseudoréplicas para la realización de cada ensayo bioquímico, donde la determinación de proteínas y lípidos se trabajó por triplicado mientras que para la determinación de carbohidratos fue por duplicado (debido a la poca disponibilidad de material). Se calcularon los valores promedios con sus desvíos estándar (DE) del porcentaje de cada componente en cada tejido por especie a lo largo del año de muestreo.

Determinación de humedad y cenizas

Se tomó una alícuota de la muestra homogeneizada y se registró su peso (P_{ho}). En un crisol de porcelana se colocó dicha muestra y se la llevó a estufa a 80 °C hasta peso constante (P_{ct}). Luego se calcinó en mufla a 550 °C por 12 h y se obtuvo el peso de las cenizas (P_{ce}). Cada muestra se procesó por duplicado.

Cálculos

$$\%Humedad = (Pho - Pct)/Pho * 100$$

$$\%Cenizas = (Pce/Pct) * 100$$

Determinación de proteínas

Las proteínas (P) se determinaron utilizando el Método de Lowry *et al.* (1951), con albúmina de suero bovino como estándar.

Se pesó 0,1 g de tejido seco. Se digirió con 5 ml de NaOH 1N, en plancha a baño María por 30 minutos. Se dejó enfriar y se trasvasó a un matraz de 50 ml, para luego llevar a volumen con agua destilada (de manera de llevar a 0,1N). Se coloreó según el método para la cuantificación de proteínas agregando por último 0,2 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu. Se leyó la absorbancia a 500 nm en celda de 1 cm de paso óptico.

Cálculos

$$\%P = P (mg/100 mg) = P (\mu g/g)/10000$$

$$P (\mu g/g) = [Abs. * Factor (\mu g/ml) * Dilución] / Peso (g)$$

$$Abs. = Absorbancia corregida = Absorbancia leída - Absorbancia del blanco$$

$Factor (\mu g/ml) = (Abs.-b)/a$ donde $a =$ pendiente de la recta Concentración vs. Absorbancia y $b =$ ordenada al origen de la misma recta

$$Dilución = [0,4 (volumen final muestra) / 0,05 (volumen inicial muestra) ml] * 50 ml$$

$$Peso (g) = peso de la muestra$$

Determinación de lípidos

Los lípidos se determinaron utilizando el Método de Zöllner y Kirsch (1962), con colesterol como estándar.

Se pesó entre 6 y 10 mg de muestra homogeneizada. Se digirió en tubos de ensayo con 2 ml de H₂SO₄ en baño de agua a 100 °C durante 10 minutos. Al enfriarse la muestra,

se tomaron y colocaron en tubos eppendorf 50 μ l de la muestra. Posteriormente se le añadió 1 ml de reactivo color, preparado según la metodología del ensayo, dejándolo reposar 35 minutos. Se leyó la absorbancia en el espectrofotómetro a 530 nm en celda de 1 cm de paso óptico.

Cálculos

$$\% \text{ Lípidos} = CL * 4 / \text{Peso (g)}$$

CL = mg de lípidos en 50 μ l de muestra digerida

Peso (g) = peso de la muestra

Reactivo color: Ácido fosfórico, fenolvainillina (solución 8×10^{-3} M de vainillina en ácido fosfórico 11,9 M).

Determinación de glucógeno

El porcentaje de glucógeno se determinó utilizando el Método de Antrona/Sulfúrico según Fraga (1956), con soluciones patrón de glucosa como estándar.

Se pesó 0,1 g de muestra. Se digirieron en tubos de ensayo con 4 ml de KOH 3N en baño maría a 100 °C durante 20 a 40 minutos. Al enfriarse la muestra, se colocaron 3 gotas de indicador (Verde de bromocresol 0,1% en agua destilada) y se acidificó con H₂SO₄ 1N hasta viraje de color. Se enrasó con agua destilada en un matraz de 25 ml y se tomó una alícuota de 5 ml. Se centrifugó a 4000 rpm durante 20 minutos. Luego se extrajeron 2 ml de sobrenadante agregándole 6 ml de alcohol absoluto y se centrifugó a 4000 rpm durante 15 minutos. Se descartó el alcohol y se disolvió el pellet con agua destilada caliente, enrasándose en un matraz de 25 ml. Finalmente se le agregaron a cada tubo 2,5 ml de reactivo Antrona y se colocó en baño de agua durante 15 minutos. Se leyó la absorbancia a 620 nm en celda de 1 cm de paso óptico.

Cálculos

$$\% \text{ Glucógeno} = K * \text{Abs.} / \text{Peso (g)} * m$$

$K = [(\text{factor de dilución}) * (\text{peso molecular de la glucosa} / \text{peso equivalente del glucógeno})] * 100$

$\text{Abs.} = \text{Absorbancia corregida} = \text{Absorbancia leída} - \text{Absorbancia del blanco}$

$\text{Peso (g)} = \text{peso de la muestra}$

$\text{Factor de dilución} = 0,025 \text{ l} * 0,025 \text{ l} / 0,002 \text{ l}$; $m = \text{pendiente de la curva de calibrado}$

$\text{Peso molecular de la glucosa} = 162,14 \text{ g}$; $\text{Peso equivalente del glucógeno} = 180,16 \text{ g}$

4.3.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA

Con la finalidad de reconocer la estacionalidad reproductiva para cada especie, se registraron en playa Villarino la presencia o ausencia de ovicápsulas de *O. magellanica* y *T. geversianus* mediante buceo en campañas mensuales desde septiembre de 2010 a julio de 2011. Se registraron las hembras portadoras de ovicápsulas de *B. globulosus* y *B. cochlidium*. Durante este estudio sólo se registró la presencia o ausencia de ovicápsulas.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA

Odontocymbiola magellanica

Determinación de cenizas y humedad de *O. magellanica*

Entre septiembre de 2010 y julio de 2011, se recolectaron un total de 56 individuos (22 machos y 34 hembras) de *O. magellanica* en playa Villarino. El peso total promedio fue de 308,62 g \pm 78,23 g y la longitud promedio fue de 14,45 cm \pm 1,21 cm.

El contenido promedio de cenizas en el pie fue de 7,92 % \pm 1,93 %, con su máximo en diciembre con 12,23 % y su mínimo en octubre con 4,92 %. En los órganos, el porcentaje promedio de cenizas fue de 6,44 % \pm 1,16 %, registrando su máximo en junio con 7,91 % y su mínimo en mayo con 3,6 % de cenizas.

El porcentaje promedio de humedad en el pie fue de 78,57 % \pm 4 %, registrando su máximo en octubre con 83,16 % y su mínimo en septiembre con 72,48 %. En los órganos, el porcentaje promedio de humedad fue de 81,41 \pm 4,05 %, con un máximo en el mes de agosto con 85,89 % y mínimo en el mes de marzo con 73,98 %.

Determinación de proteínas de *O. magellanica*

El promedio del porcentaje de proteínas en el pie fue de 48,21 % \pm 11,16 %. Al comenzar el verano, el porcentaje de proteínas en el pie de *O. magellanica* (Figura 4.1) aumentó hasta alcanzar su máximo a mediados del otoño (abril) con un valor de 66,24 %. Luego disminuyó progresivamente hasta su valor más bajo a comienzos del invierno (junio) con 24,41 % de proteínas.

El porcentaje promedio de proteínas en los órganos fue de 59,89 % \pm 9,91. En los órganos (Figura 4.1), se registraron máximos en el porcentaje de proteínas a mediados del verano (con un valor máximo de 75,81 %), a comienzo del invierno y a mediados de la

primavera. El valor mínimo fue de 41,90 % a finales de la primavera/comienzo del verano (diciembre).

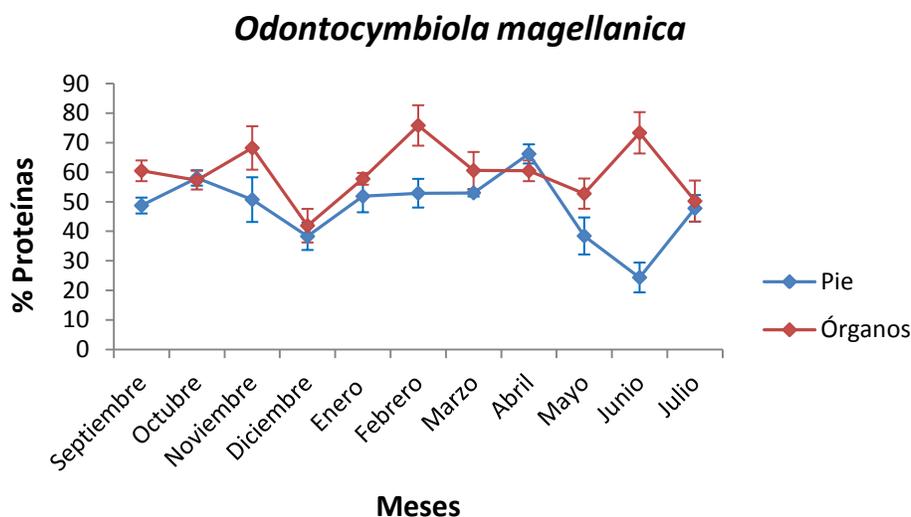


Figura 4.1. Porcentaje promedio de proteínas (\pm DE) en pie y órganos de *O. magellanica*.

Tabla 4.1. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de proteínas (%) en pie y órganos de *O. magellanica* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Proteínas <i>O. magellanica</i> | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 48,72 | 2,68 | 60,47 | 3,51 |
| Octubre | 58,05 | 2,6 | 57,32 | 3,18 |
| Noviembre | 50,72 | 7,56 | 68,2 | 7,35 |
| Diciembre | 38,3 | 4,61 | 41,91 | 5,68 |
| Enero | 51,85 | 5,41 | 57,76 | 2,00 |
| Febrero | 52,89 | 4,85 | 75,81 | 6,84 |
| Marzo | 53,02 | 1,23 | 60,57 | 6,27 |
| Abril | 66,18 | 3,23 | 60,47 | 3,51 |
| Mayo | 38,43 | 6,26 | 52,75 | 5,11 |
| Junio | 24,39 | 5,04 | 73,32 | 7,00 |
| Julio | 47,77 | 4,5 | 50,23 | 6,94 |

Determinación de lípidos de *O. magellanica*

El porcentaje de lípidos en el pie de *O. magellanica* (Figura 4.2), tuvo un valor promedio de 0,3 % \pm 0,11 %. Se observó un porcentaje de lípidos relativamente constante desde el verano (0,2 % \pm 0,04 %) hasta comienzos del invierno en donde aumenta a 0,46 % (junio) y posteriormente disminuyó hasta un mínimo valor de 0,15 % a comienzo de la primavera. Desde esta época, aumentó hasta un máximo valor de 0,54 % en octubre disminuyendo progresivamente hasta comienzos del verano.

En los órganos, se registró un valor promedio de 1,52 % \pm 0,92 % de lípidos. En los órganos (Figura 4.2), se registró un máximo valor de 3,86 % a mitad del verano (febrero) desde el cual disminuyó abruptamente hasta mediados del otoño (abril) a un valor mínimo de 0,77 %.

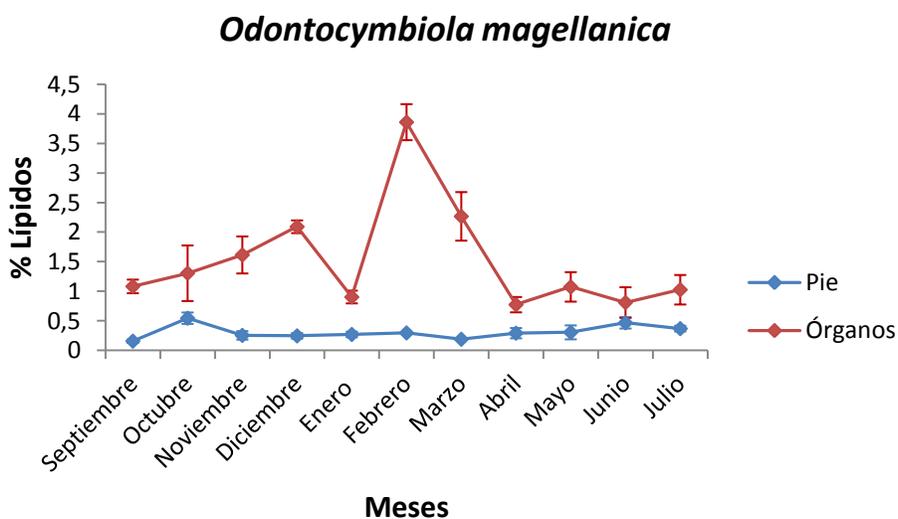


Figura 4.2. Porcentaje promedio de lípidos (\pm DE) en pie y órganos de *O. magellanica*.

Tabla 4.2. Porcentaje promedio y desvío estándar de lípidos (%) en pie y órganos de *O. magellanica* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Lípidos <i>O. magellanica</i> | | | |
|-------------------|--|-----------|----------------|-----------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 0,16 | 0,03 | 1,08 | 0,12 |
| Octubre | 0,54 | 0,1 | 1,31 | 0,47 |
| Noviembre | 0,25 | 0,07 | 1,61 | 0,31 |
| Diciembre | 0,25 | 0,05 | 2,09 | 0,11 |
| Enero | 0,27 | 0,05 | 0,9 | 0,11 |
| Febrero | 0,3 | 0,01 | 3,86 | 0,3 |
| Marzo | 0,19 | 0 | 2,27 | 0,41 |
| Abril | 0,29 | 0,09 | 0,77 | 0,13 |
| Mayo | 0,31 | 0,12 | 1,07 | 0,25 |
| Junio | 0,47 | 0,1 | 0,81 | 0,26 |
| Julio | 0,37 | 0,05 | 1,03 | 0,25 |

Determinación de glucógeno de *O. magellanica*

Se obtuvo un promedio de glucógeno de 6,24 % \pm 2,05 % en el pie. Se registraron picos de aumento a mediados del otoño, inicio del invierno y comienzos de primavera, en donde se registró un valor máximo de 9,59 % (septiembre). Su valor mínimo se registró a mediados del verano con 3,54 % (febrero) (Figura 4.3).

El valor promedio del porcentaje de glucógeno en los órganos fue de 11,47 % \pm 3,26 %. Este porcentaje de glucógeno presentó un máximo de 19,45 % a comienzos del invierno (junio). De junio a julio disminuyó abruptamente y se registró un mínimo de 7,81 %. En primavera se observó una disminución en el porcentaje de glucógeno en los órganos (Figura 4.3).

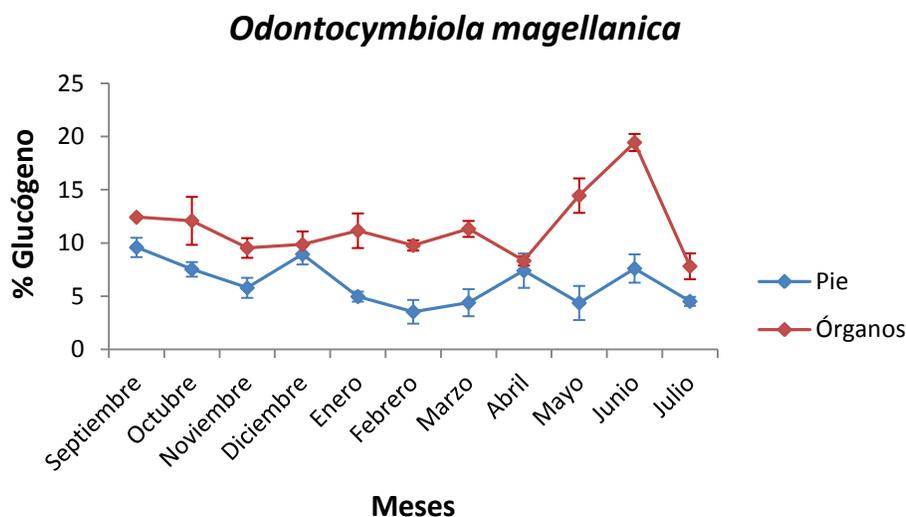


Figura 4.3. Porcentaje promedio de glucógeno (\pm DE) en pie y órganos de *O. magellanica*.

Tabla 4.3. Porcentaje promedio y desvío estándar de glucógeno (%) en pie y órganos de *O. magellanica* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Glucógeno <i>O. magellanica</i> | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 9,59 | 0,9 | 12,42 | 0,09 |
| Octubre | 7,52 | 0,68 | 12,09 | 2,25 |
| Noviembre | 5,79 | 0,94 | 9,54 | 0,92 |
| Diciembre | 8,95 | 0,95 | 9,86 | 1,23 |
| Enero | 4,97 | 0,47 | 11,16 | 1,62 |
| Febrero | 3,54 | 1,11 | 9,77 | 0,48 |
| Marzo | 4,4 | 1,27 | 11,33 | 0,74 |
| Abril | 7,4 | 1,61 | 8,33 | 0,44 |
| Mayo | 4,3 | 1,6 | 14,46 | 1,62 |
| Junio | 7,6 | 1,32 | 19,45 | 0,8 |
| Julio | 4,52 | 0,41 | 7,81 | 1,21 |

Buccinanops cochlidium

Determinación de cenizas y humedad de *B. cochlidium*

Entre septiembre de 2010 y julio de 2011, se recolectaron un total de 70 ejemplares de *B. cochlidium* (60 hembras y 10 machos). El peso total promedio fue de 61 g \pm 20,32 g y la longitud promedio fue de 7,98 cm \pm 0,83 cm.

En los órganos, el porcentaje promedio de cenizas fue de 6,44 % \pm 1,16 %, registrando su máximo en el mes de abril con 8,24 % y su mínimo en el mes de marzo con 3,53 %. El contenido promedio de cenizas en el pie fue de 7,92 % \pm 1,93 %, presentando su mínimo en septiembre con 4,58 % y su máximo en agosto con 8,77 %.

El porcentaje promedio de humedad en el pie de *B. cochlidium* fue de 79,53 % \pm 3,13 %, registrando su máximo en agosto con 86,95 % y su mínimo en febrero con 76 %. En los órganos el porcentaje promedio de humedad fue de 78,78 % \pm 3,03 %, obteniendo su máximo en mayo con 83,23 % y su mínimo en abril con 74,96 %.

Determinación de proteínas de *B. cochlidium*

El porcentaje de proteínas en el pie de *B. cochlidium* registró un promedio de 57,45 % \pm 13,37 %. Las proteínas tuvieron su máximo a mediados del verano (febrero) de 77,27 %. A partir de ese mes, hubo una reducción considerable registrando el valor mínimo a comienzos de la primavera con 33,75 % (Figura 4.4).

En promedio, el porcentaje de proteínas en los órganos fue de 57,45 % \pm 11,92 %. En los órganos, la tendencia de este porcentaje fue inversa a la registrada en el pie. A mediados del verano comenzó a aumentar hasta 73,51 % en otoño (abril) y a partir de ese momento comenzó a disminuir su porcentaje hasta su mínimo de 36,65 % en primavera (septiembre) (Figura 4.4).

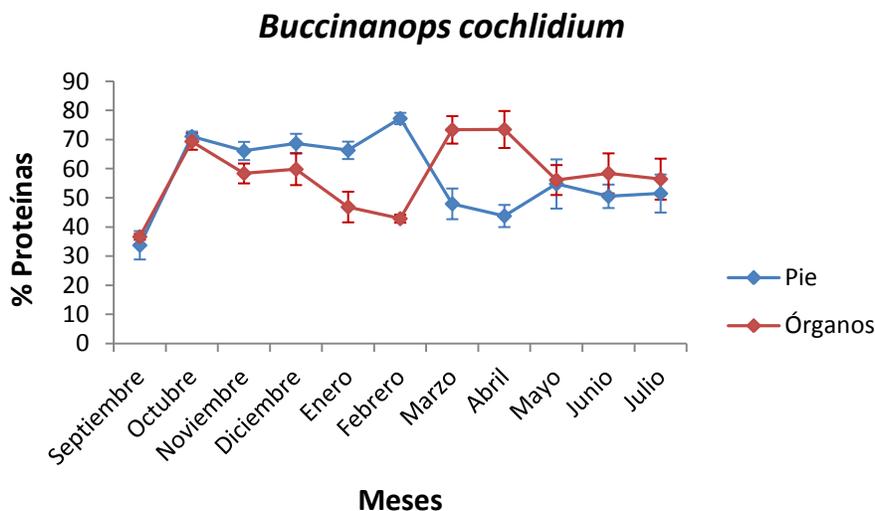


Figura 4.4. Porcentaje promedio de proteínas (\pm DE) en pie y órganos de *B. cochlidium*.

Tabla 4.4. Porcentaje promedio y desvió estándar de proteínas (%) en pie y órganos de *B. cochlidium* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Proteínas <i>B. cochlidium</i> | | | |
|-------------------|----------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 33,75 | 4,87 | 36,65 | 1,03 |
| Octubre | 71,09 | 1,69 | 69,39 | 2,83 |
| Noviembre | 66,13 | 3,13 | 58,41 | 3,41 |
| Diciembre | 68,73 | 3,3 | 59,85 | 5,44 |
| Enero | 66,35 | 2,99 | 46,88 | 5,26 |
| Febrero | 77,27 | 1,95 | 42,88 | 1,37 |
| Marzo | 47,97 | 5,27 | 73,38 | 4,72 |
| Abril | 43,8 | 3,81 | 73,51 | 6,35 |
| Mayo | 54,8 | 8,45 | 56,15 | 5,14 |
| Junio | 50,56 | 4,03 | 58,44 | 6,88 |
| Julio | 51,51 | 6,53 | 56,46 | 7,04 |

Determinación de lípidos de *B. cochlidium*

El promedio del porcentaje de lípidos en el pie fue de 0,56 % \pm 0,83 %. Al comenzar el verano (diciembre), el pie registró su máximo de lípidos en 2,62 %, porcentaje que disminuyó al avanzar el verano hasta llegar a su mínimo de 0,01 % en febrero (Figura 4.5).

El promedio del porcentaje de lípidos en los órganos de *B. cochlidium* fue de $3,20 \pm 1,42$ %. En los órganos, el porcentaje de lípidos presentó su máximo en noviembre (5,39 %), desde donde disminuyó hasta el verano, obteniendo su mínimo en el invierno (julio) de 0,73 % (Figura 4.5).

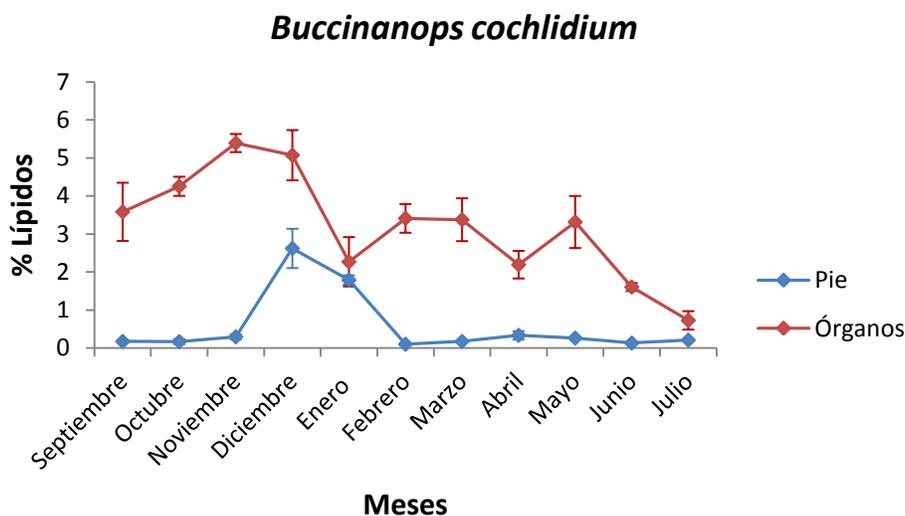


Figura 4.5. Porcentaje promedio de lípidos (\pm DE) en pie y órganos de *B. cochlidium*.

Tabla 4.5. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de lípidos (%) en pie y órganos de *B. cochlidium* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Lípidos <i>B. cochlidium</i> | | | |
|-------------------|--------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 0,17 | 0,04 | 3,59 | 0,76 |
| Octubre | 0,17 | 0,07 | 4,26 | 0,25 |
| Noviembre | 0,3 | 0,07 | 5,39 | 0,24 |
| Diciembre | 2,62 | 0,52 | 5,07 | 0,66 |
| Enero | 1,79 | 0,12 | 2,27 | 0,65 |
| Febrero | 0,10 | 0,01 | 3,41 | 0,38 |
| Marzo | 0,17 | 0,01 | 3,38 | 0,56 |
| Abril | 0,34 | 0,11 | 2,19 | 0,36 |
| Mayo | 0,26 | 0,02 | 3,32 | 0,69 |
| Junio | 0,13 | 0,03 | 1,61 | 0,1 |
| Julio | 0,21 | 0,02 | 0,73 | 0,24 |

Determinación de glucógeno de *B. cochlidium*

El porcentaje de glucógeno en el pie de *B. cochlidium* presentó un promedio de $1,42 \% \pm 0,82 \%$, con su máximo a inicios de la primavera en septiembre de $2,71 \%$ y su mínimo a comienzos del verano en diciembre de $0,21 \%$ (Figura 4.6).

El porcentaje de glucógeno en los órganos registró un promedio de $3,76 \pm 1,20 \%$. El porcentaje de glucógeno en los órganos presentó su máximo finalizando el verano en marzo con $5,55 \%$, porcentaje que disminuyó hasta mediados de la primavera en octubre, donde registró un mínimo de $1,82 \%$ (Figura 4.6).

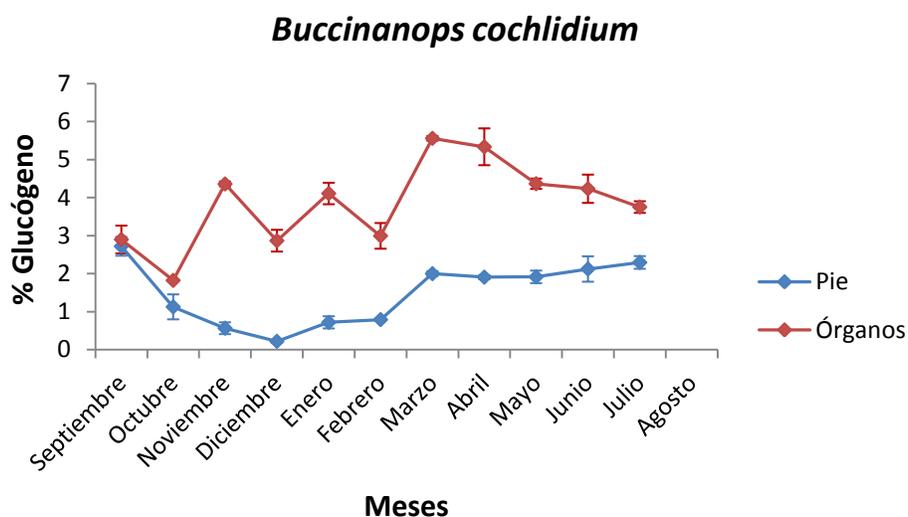


Figura 4.6. Porcentaje promedio de glucógeno (\pm DE) en pie y órganos de *B. cochlidium*.

Tabla 4.6. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de glucógeno (%) en pie y órganos de *B. cochlidium* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Carbohidratos <i>B. cochlidium</i> | | | |
|-------------------|---|-----------|----------------|-----------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 2,71 | 0,24 | 2,89 | 0,24 |
| Octubre | 1,12 | 0,32 | 1,82 | 0,16 |
| Noviembre | 0,56 | 0,15 | 4,35 | 0,06 |
| Diciembre | 0,21 | 0,03 | 2,86 | 0,28 |
| Enero | 0,71 | 0,16 | 4,10 | 0,28 |
| Febrero | 0,79 | 0,02 | 2,99 | 0,33 |
| Marzo | 1,99 | 0,06 | 5,55 | 0,06 |
| Abril | 1,90 | 0,05 | 5,33 | 0,05 |
| Mayo | 1,91 | 0,16 | 4,36 | 0,13 |
| Junio | 2,12 | 0,33 | 4,23 | 0,37 |
| Julio | 2,29 | 0,16 | 3,75 | 0,15 |

Buccinanops globulosus

Determinación de cenizas y humedad de *B. globulosus*

Entre septiembre de 2010 y julio de 2011, se recolectaron un total de 102 *B. globulosus* (85 hembras y 17 machos). El peso total promedio fue de 6,13 g \pm 2,85 g y la longitud promedio fue de 3,14 cm \pm 0,59 cm.

El contenido promedio de cenizas en el pie fue de 7,08 % \pm 1,26 % registrando su mínimo en marzo con 5,94 % y su máximo en mayo con 8,74 %. En los órganos, el porcentaje promedio de cenizas fue de 6,45 % \pm 2,02 %, registrando su máximo en octubre con 8,69 % y su mínimo en noviembre con 2,53 % de cenizas.

El porcentaje promedio de humedad en el pie de *B. globulosus* fue de 81,44 % \pm 2,61 %, registrando su máximo en octubre con 87,07 % y su mínimo en enero con 79,11 %. El porcentaje promedio de humedad en los órganos fue de 76,48 % \pm 4,38 %, donde su mínimo se registró en el mes de agosto con 70,89 % y su máximo en octubre con 83,22 %.

Determinación de proteínas de *B. globulosus*

El porcentaje promedio de proteínas en el pie de *B. globulosus* fue de $56,32 \% \pm 7,91 \%$. Al comenzar la primavera, el pie presentó el porcentaje menor de proteínas con $43,6 \%$. Este porcentaje aumentó progresivamente hasta mediados del invierno, donde se registró su máximo de $67,67 \%$ (julio) (Figura 4.7).

En los órganos, el porcentaje promedio de proteínas fue de $48,98 \% \pm 9,97 \%$, aumentando progresivamente desde mediados del verano hasta mediados del otoño. El porcentaje máximo fue de $62,60 \%$ (mayo) y disminuyó progresivamente hasta el inicio de la primavera, donde se registró un mínimo de $31,24 \%$ (septiembre) (Figura 4.7).

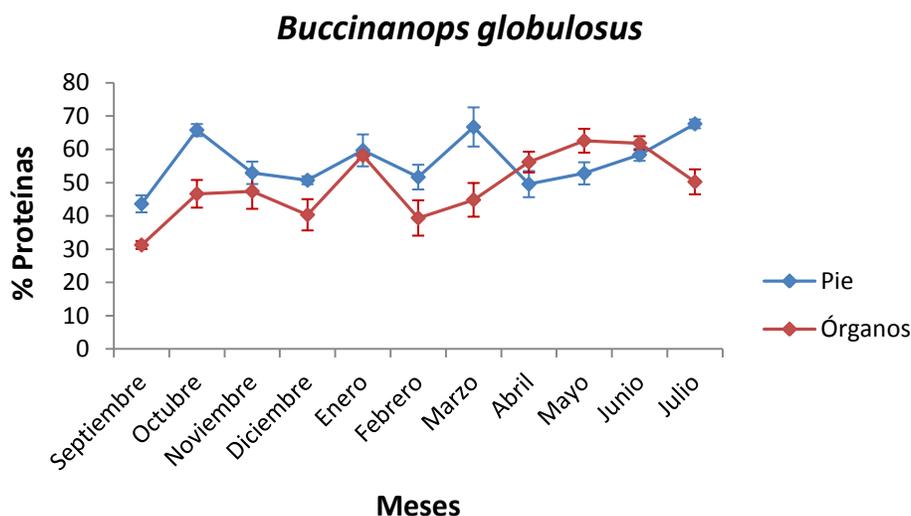


Figura 4.7. Porcentaje promedio de proteínas (\pm DE) en pie y órganos de *B. globulosus*.

Tabla 4.7. Porcentaje promedio de proteínas (%) en pie y órganos (promedio \pm DE) de *B. globulosus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Proteínas <i>B. globulosus</i> | | | |
|-------------------|---|-----------|----------------|-----------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 43,62 | 2,56 | 31,24 | 1,19 |
| Octubre | 65,8 | 1,81 | 46,64 | 4,16 |
| Noviembre | 52,94 | 3,37 | 47,4 | 5,28 |
| Diciembre | 50,71 | 1,2 | 40,33 | 4,7 |
| Enero | 59,69 | 4,81 | 58,16 | 1,15 |
| Febrero | 51,66 | 3,71 | 39,37 | 5,31 |
| Marzo | 66,74 | 5,89 | 44,82 | 5,07 |
| Abril | 49,55 | 3,93 | 56,18 | 3,12 |
| Mayo | 52,79 | 3,33 | 62,6 | 3,59 |
| Junio | 58,37 | 1,82 | 61,85 | 2,09 |
| Julio | 67,67 | 1,32 | 50,24 | 3,76 |

Determinación de lípidos de *B. globulosus*

El porcentaje de lípidos en el pie tuvo un promedio de 0,37 % \pm 0,13 %. El porcentaje de lípidos en el pie de *B. globulosus* se mantuvo relativamente constante desde mediados del otoño (mayo) hasta mediados de la primavera (octubre) con valores de 0,32 % \pm 0,05 %. En noviembre se registró un máximo de 0,55 % y en el verano se registró un descenso progresivo hasta su mínimo de 0,12 % a mediados del otoño (abril).

El promedio del porcentaje de lípidos en los órganos fue de 2,06 % \pm 0,18 %, con un mínimo de 0,99 % en abril y un máximo en diciembre de 3,98 %.

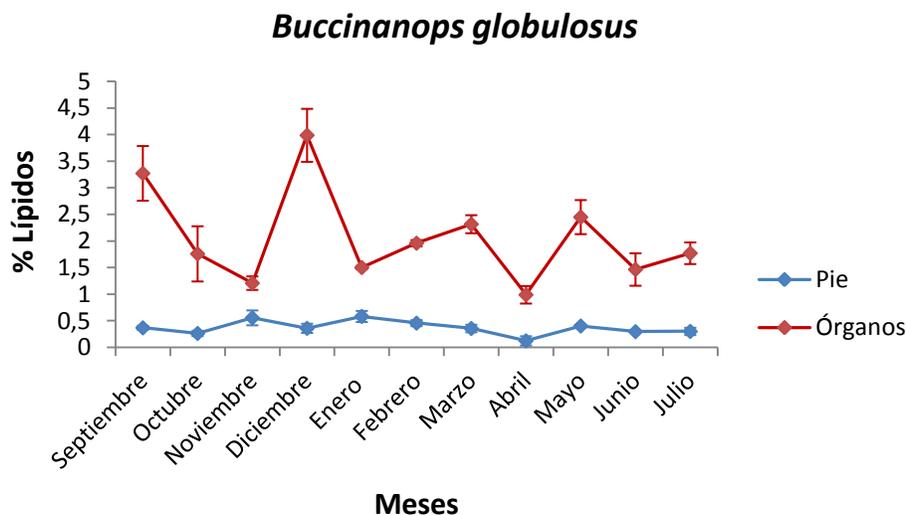


Figura 4.8. Porcentaje promedio de lípidos (\pm DE) en pie y órganos de *B. globulosus*.

Tabla 4.8. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de lípidos (%) en pie y órganos de *B. globulosus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Lípidos <i>B. globulosus</i> | | | |
|-------------------|--------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 0,36 | 0,03 | 3,27 | 0,51 |
| Octubre | 0,26 | 0,04 | 1,76 | 0,51 |
| Noviembre | 0,55 | 0,14 | 1,2 | 0,12 |
| Diciembre | 0,36 | 0,08 | 3,98 | 0,49 |
| Enero | 0,58 | 0,1 | 1,5 | 0,03 |
| Febrero | 0,45 | 0,05 | 1,95 | 0,05 |
| Marzo | 0,35 | 0,07 | 2,31 | 0,16 |
| Abril | 0,12 | 0,08 | 0,99 | 0,16 |
| Mayo | 0,4 | 0,02 | 2,45 | 0,32 |
| Junio | 0,29 | 0,01 | 1,46 | 0,3 |
| Julio | 0,3 | 0,06 | 1,77 | 0,2 |

Determinación de glucógeno de *B. globulosus*

El porcentaje promedio de glucógeno en el pie de *B. globulosus* fue de 6,49 % \pm 1,64 %. El porcentaje de glucógeno en el pie registró un máximo de 8,41 % a mediados del invierno (julio) y un mínimo de 2,62 % a mediados de la primavera (octubre) (Figura 4.9).

En los órganos, dicho porcentaje registró un promedio de 5,90 % \pm 1,73 %. En julio registró un máximo de 8,29 % y un mínimo de 2,88 % en octubre (Figura 4.9).

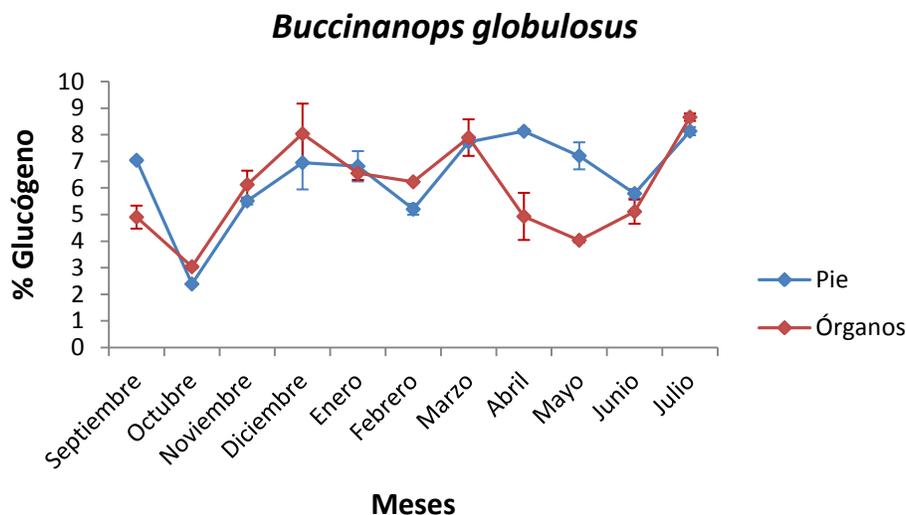


Figura 4.9. Porcentaje promedio de glucógeno (\pm DE) en pie y órganos de *B. globulosus*.

Tabla 4.9. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de glucógeno (%) en pie y órganos de *B. globulosus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Glucógeno <i>B. globulosus</i> | | | |
|-------------------|----------------------------------|------|---------|-------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 7,04 | 0,05 | 4,9 | 0,43 |
| Octubre | 2,38 | 0,01 | 3,03 | 0,04 |
| Noviembre | 5,51 | 0,13 | 6,12 | 0,52 |
| Diciembre | 6,94 | 1 | 8,03 | 1,13 |
| Enero | 6,81 | 0,56 | 6,55 | 0,25 |
| Febrero | 5,2 | 0,2 | 6,22 | 0,002 |
| Marzo | 7,72 | 0,11 | 7,89 | 0,68 |
| Abril | 8,12 | 0,08 | 4,92 | 0,88 |
| Mayo | 7,2 | 0,5 | 4,03 | 0,07 |
| Junio | 5,78 | 0,17 | 5,1 | 0,45 |
| Julio | 8,13 | 0,15 | 8,65 | 0,14 |

Trophon geversianus

Determinación de cenizas y humedad de *T. geversianus*

Entre septiembre de 2010 y julio de 2011 del submareal de playa Villarino, se recolectaron un total de 156 *T. geversianus* (99 hembras y 57 machos), con un peso total promedio de $6,05 \text{ g} \pm 3,78 \text{ g}$ y una longitud promedio de $3,34 \text{ cm} \pm 0,69 \text{ cm}$.

El porcentaje de cenizas en un año de muestreo en el pie tuvo un promedio de $6,53 \% \pm 2,61 \%$, registrando su máximo en diciembre con $10,52 \%$ y su mínimo en enero con $5,77 \%$. En los órganos, el porcentaje promedio fue de $7,64 \% \pm 1,13 \%$, teniendo su máximo en diciembre con $10,43 \%$ y su mínimo en enero con $6,51 \%$ de cenizas.

El porcentaje promedio de humedad en el pie de *T. geversianus* fue de $81,30 \% \pm 5,50 \%$, registrando su máximo en septiembre con $87,42 \%$ y su mínimo en noviembre con $79,60 \%$. En los órganos, el porcentaje promedio de humedad fue de $78,18 \% \pm 7,57 \%$ registrando su máximo en septiembre con $87,79 \%$ y su mínimo en enero con $73,89 \%$.

Determinación de proteínas de *T. geversianus*

El porcentaje de proteínas en el pie de *T. geversianus* durante un año de muestreo, registró un promedio de $58,25 \% \pm 11,35 \%$. El máximo fue en otoño (abril) de $68,08 \%$ y el mínimo en verano (diciembre) de $30,14 \%$ (Figura 4.10).

El porcentaje promedio de proteínas en los órganos de *T. geversianus* fue de $54,13 \% \pm 10,90 \%$. Se registró un máximo de $68,71 \%$ a comienzos de la primavera (septiembre), teniendo una tendencia oscilante en esta estación hasta registrar un mínimo de $32,11 \%$ en diciembre (Figura 4.10).

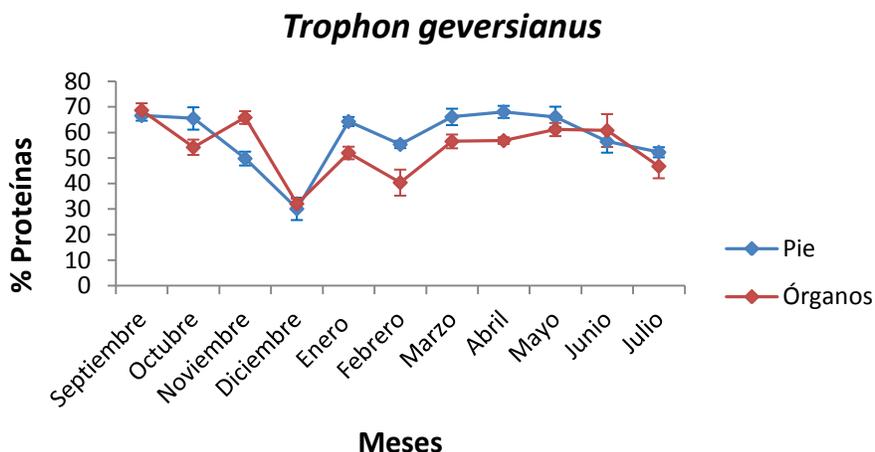


Figura 4.10. Porcentaje promedio de proteínas (\pm DE) en pie y órganos de *T. geversianus*.

Tabla 4.10. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de proteínas (%) en pie y órganos de *T. geversianus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Proteínas <i>T. geversianus</i> | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 66,64 | 1,99 | 68,71 | 2,75 |
| Octubre | 65,52 | 4,37 | 54,24 | 3 |
| Noviembre | 49,82 | 2,7 | 65,88 | 2,5 |
| Diciembre | 30,14 | 4,38 | 32,11 | 2,03 |
| Enero | 64,32 | 1,78 | 52,01 | 2,45 |
| Febrero | 55,35 | 1,45 | 40,41 | 5,09 |
| Marzo | 66,12 | 3,21 | 56,54 | 2,7 |
| Abril | 68,08 | 2,36 | 56,84 | 1,3 |
| Mayo | 66,08 | 4,04 | 61,19 | 2,57 |
| Junio | 56,46 | 4,33 | 60,79 | 6,43 |
| Julio | 52,29 | 1,98 | 46,79 | 4,68 |

Determinación de lípidos de *T. geversianus*

El porcentaje de lípidos en el pie de *T. geversianus* registró fue de 0,29 % \pm 0,23 %. A finalizar el verano (marzo), el porcentaje de lípidos en el pie aumentó progresivamente desde su mínimo valor (0,002 %) hasta el comienzo de la primavera donde presentó un porcentaje máximo de 0,78 % (Figura 4.11).

En los órganos, el porcentaje registró un promedio de 1,43 % \pm 0,06 % de lípidos. En estos tejidos, el porcentaje de lípidos presentó un máximo valor de 2,02 % a comienzo de la primavera (septiembre), disminuyendo abruptamente a mediados de la primavera en donde se registró su mínimo de 0,78 % (Figura 4.11).

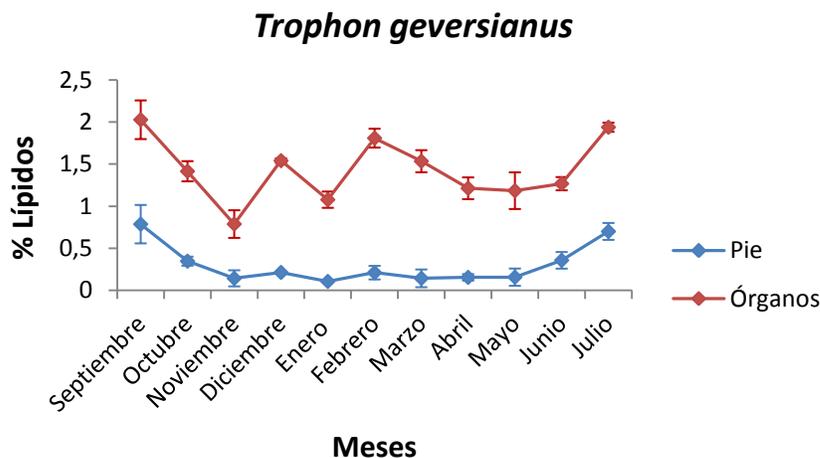


Figura 4.11. Porcentaje promedio de lípidos (\pm DE) en pie y órganos de *T. geversianus*.

Tabla 4.11. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de lípidos (%) en pie y órganos de *T. geversianus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Lípidos <i>T. geversianus</i> | | | |
|-------------------|---------------------------------|-------|---------|------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 0,78 | 0,22 | 2,02 | 0,22 |
| Octubre | 0,34 | 0,05 | 1,41 | 0,11 |
| Noviembre | 0,14 | 0,09 | 0,78 | 0,16 |
| Diciembre | 0,21 | 0,004 | 1,54 | 0,02 |
| Enero | 0,10 | 0,009 | 1,07 | 0,09 |
| Febrero | 0,21 | 0,08 | 1,80 | 0,11 |
| Marzo | 0,14 | 0,10 | 1,53 | 0,13 |
| Abril | 0,15 | 0,03 | 1,21 | 0,12 |
| Mayo | 0,15 | 0,10 | 1,18 | 0,21 |
| Junio | 0,35 | 0,09 | 1,26 | 0,07 |
| Julio | 0,70 | 0,10 | 1,93 | 0,05 |

Determinación de glucógeno de *T. geversianus*

El porcentaje de glucógeno en el pie de *T. geversianus* fue de $2,86 \% \pm 1,37 \%$. A comienzo del verano (enero), el porcentaje disminuyó a partir de su máximo valor ($5,84 \%$) hasta finales del mismo registrando su valor mínimo ($1,63 \%$) al iniciar la primavera (Figura 4.12).

El porcentaje de glucógeno registró un $4,59 \% \pm 1,35 \%$ de promedio. Los órganos registraron un mínimo porcentaje ($2,21 \%$) al iniciar la primavera (septiembre), aumentando hasta su máximo valor en noviembre con $6,96 \%$ (Figura 4.12).

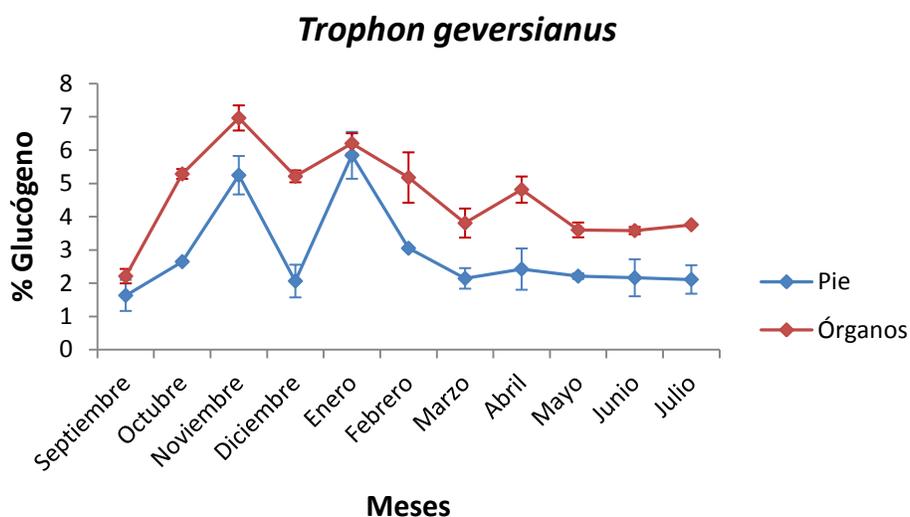


Figura 4.12. Porcentaje promedio de glucógeno (\pm DE) en pie y órganos de *T. geversianus*.

Tabla 4.12. Porcentaje promedio y desvío estándar (DE) de glucógeno (%) en pie y órganos de *T. geversianus* entre septiembre de 2010 y julio de 2011.

| | % Glucógeno <i>T. geversianus</i> | | | |
|-------------------|--|-----------|----------------|-----------|
| | Pie | DE | Órganos | DE |
| Septiembre | 1,63 | 0,46 | 2,21 | 0,21 |
| Octubre | 2,64 | 0,02 | 5,28 | 0,14 |
| Noviembre | 5,24 | 0,57 | 6,96 | 0,37 |
| Diciembre | 2,06 | 0,49 | 5,21 | 0,17 |
| Enero | 5,84 | 0,7 | 6,2 | 0,3 |
| Febrero | 3,05 | 0,02 | 5,17 | 0,75 |
| Marzo | 2,14 | 0,3 | 3,8 | 0,43 |
| Abril | 2,42 | 0,62 | 4,81 | 0,39 |
| Mayo | 2,2 | 0,08 | 3,59 | 0,22 |
| Junio | 2,16 | 0,55 | 3,57 | 0,1 |
| Julio | 2,1 | 0,42 | 3,75 | 0,01 |

En la tabla 4.13 se comparan los valores promedio de los diferentes componentes obtenidos en este trabajo con especies de diferentes regiones del mundo de importancia económica.

Tabla 4.13. Composición bioquímica de gasterópodos comestibles. Se expresa en % de peso seco el promedio de cada componente. Abreviaciones: s/d: sin datos. (*) Análisis realizado en la gónada y glándula digestiva. (**) Análisis realizado sobre peso húmedo del organismo.

| Especie | Familia | País | Composición bioquímica (%) | | | | | | Fuente |
|-----------------------------------|-------------|------------|----------------------------|--------|----------|-----------|---------------|----------|--------------------------------------|
| | | | Proteínas | | Lípidos | | Carbohidratos | | |
| | | | Pie | Gónada | Pie | Gónada | Pie | Gónada | |
| <i>Strombus gigas</i> | Strombidae | México | 70-84 | 31-48 | 0,8-7 | 10,1-15 | s/d | s/d | Aldana Aranda y Colás Marrufo 1993 |
| <i>Strombus gracilior</i> | Strombidae | Costa Rica | 19-27 | s/d | 0,9 | s/d | 1,3-1,9 | s/d | Jiménez-Arce, 1993 |
| <i>Thais haemastoma</i> | Muricidae | USA | 60-80 | 35-57 | 3,1-5,1 | 12,1-20,2 | 4,1-10,9 | 5,1-10,2 | Belisle y Stickle, 1978 (*) |
| <i>Chicoreus breviforns</i> | Muricidae | Venezuela | s/d | s/d | 0,8-1,85 | s/d | s/d | s/d | D'Armas <i>et al.</i> , 2010 |
| <i>Phyllonotus pomum</i> | Muricidae | Venezuela | s/d | s/d | 0,9-1,64 | s/d | s/d | s/d | D'Armas <i>et al.</i> , 2010 |
| <i>Hexaplex trunculus</i> | Muricidae | Túnez | 10,2-20,1 | 20-30 | 0,7-1,2 | 1,9-4,2 | 1,1-1,5 | 2,5-4,1 | Gharsallah <i>et al.</i> , 2010 (**) |
| <i>Nacella macquarensis</i> | Nacellidae | Australia | s/d | s/d | 4,2-6,1 | 6,1-17,9 | s/d | s/d | Simpson, 1982 |
| <i>Haliotis rubra</i> | Haliotidae | Australia | s/d | 40-46 | s/d | 29-39 | s/d | s/d | Litaay y De Silva, 2003 |
| <i>Haliotis varia</i> | Haliotidae | India | 68-76 | s/d | 2-6,6 | s/d | 0,98-6 | s/d | Najmudeen, 2007 |
| <i>Bursa spinosa</i> | Bursidae | India | 22,1 | 27,9 | 2,8 | 4,9 | 4,4 | 7,7 | Babu <i>et al.</i> , 2011 |
| <i>Odontocymbiola magellanica</i> | Volutidae | Argentina | 48,2 | 59,9 | 0,3 | 1,5 | 6,2 | 11,5 | Este estudio |
| <i>Buccinanops cochlidium</i> | Nassariidae | Argentina | 57,4 | 57,4 | 0,5 | 3,2 | 1,4 | 3,76 | Este estudio |
| <i>Buccinanops globulosus</i> | Nassariidae | Argentina | 56,3 | 48,9 | 0,4 | 2 | 6,5 | 5,9 | Este estudio |
| <i>Trophon geversianus</i> | Muricidae | Argentina | 58,2 | 54,1 | 0,3 | 1,4 | 2,8 | 4,6 | Este estudio |

4.4.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA

Odontocymbiola magellanica

La oviposición de *O. magellanica* se registró entre mayo y diciembre, registrándose ovicápsulas depositadas sobre diferentes sustratos duros en el fondo (Figura 4.14). Estas se observaron depositadas sobre rodados o valvas de otros moluscos. Además, se observaron hembras de esta especie al momento de la oviposición entre septiembre y diciembre. No hubo registros de individuos apareados en cópula.

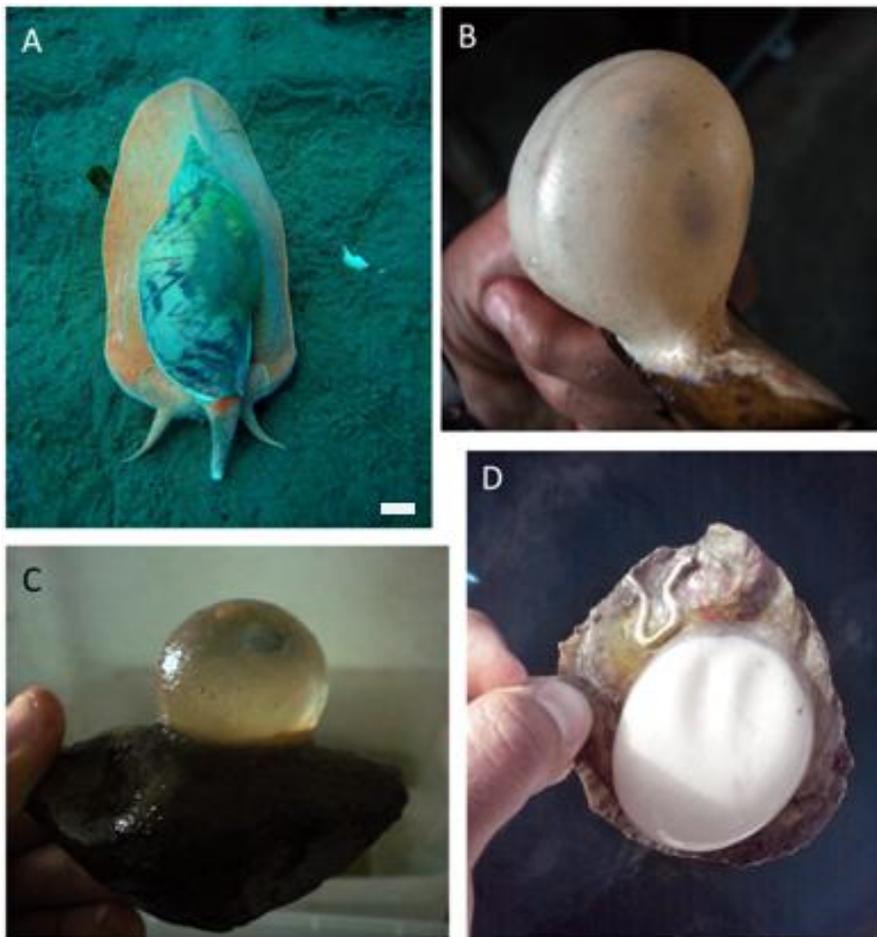


Figura 4.14. (A) Ejemplar de *O. magellanica* desplazándose sobre el fondo. Escala de barra: 2 cm. (B) Ovicápsula depositada sobre valva de *Ensis macha* y (C) sobre una roca. Nótese que esta ovicápsula ya está eclosionada. (D) Ovicápsula sin calcificar (recién colocada) adherida a la valva de una ostra.

Durante la temporada reproductiva, se registró un aumento en el porcentaje de proteínas y glucógeno en los órganos de *O. magellanica* al iniciar la época de puesta y una disminución en el porcentaje de lípidos. Al finalizar la época de oviposición, los órganos registran un aumento en el porcentaje de lípidos y una disminución en los porcentajes de glucógeno y proteínas. En los meses en que *O. magellanica* no ovipone, se registran los máximos valores en los porcentajes de lípidos y proteínas, así como disminuciones en el porcentaje de glucógeno (Figura 4.15).

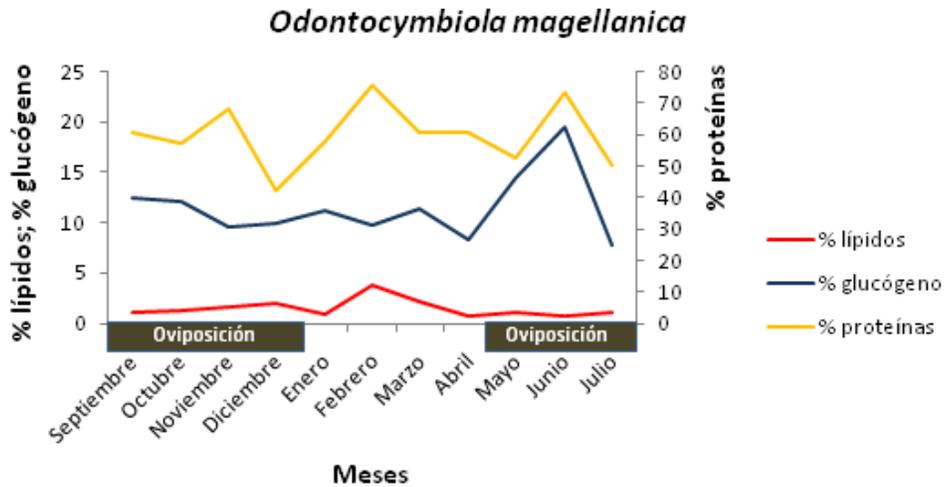


Figura 4.15. Composición bioquímica de los órganos de *O. magellanica* relacionada con la época de oviposición.

Buccinanops cochlidium

En playa Villarino (GSJ), la oviposición de *B. cochlidium* se registró desde julio a febrero. A fines de la primavera y comienzos del verano se observó una mayor cantidad de hembras portadoras de ovicápsulas (Figura 4.16). Se registró una gran cantidad de ejemplares de *B. cochlidium* con la anémona *Antholoba achates* adherida sobre su concha. No hubo registros de cópula.

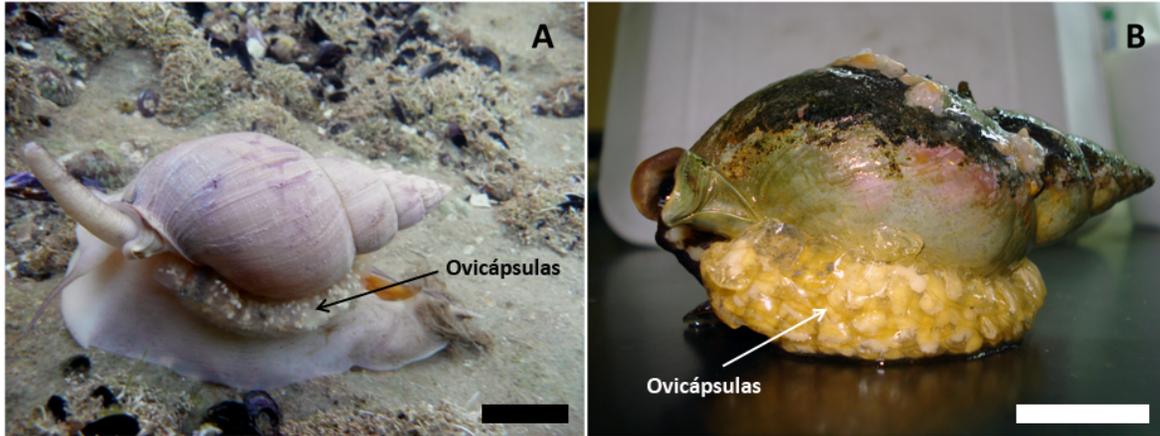


Figura 4.16. Hembras ovígeras de *B. cochlidium*, (A) desplazándose sobre el sustrato y (B) en laboratorio previo a su procesamiento. Escala de barras: 2 cm. (Foto A: Andrés Averbuj).

Inmediatamente al finalizar la época de oviposición de *B. cochlidium*, se registran los máximos valores de los porcentajes de proteínas y glucógeno en los órganos y una disminución en el porcentaje de lípidos. Cuando comienza la oviposición en invierno, se registra el mínimo porcentaje de lípidos y una disminución en los porcentajes de proteínas y glucógeno. En los órganos, se registran los máximos porcentajes de lípidos, el porcentaje de glucógeno fluctúa y el de proteínas disminuye a medida que la época de oviposición avanza.

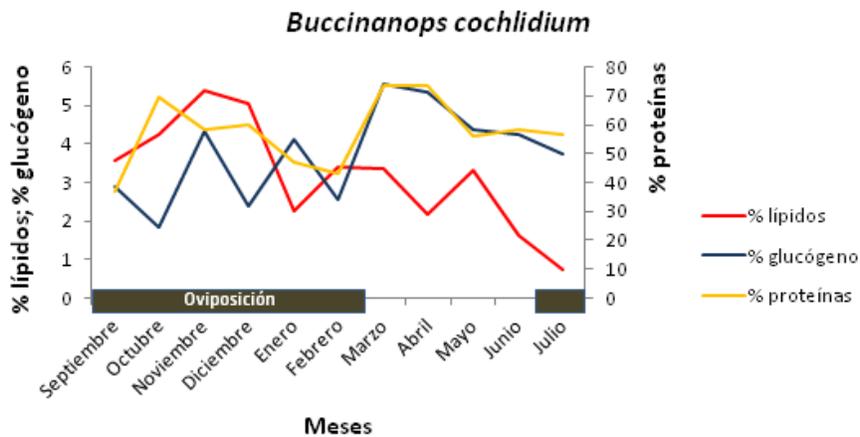


Figura 4.17. Composición bioquímica de los órganos de *B. cochlidium* relacionada con la época de oviposición.

Buccinanops globulosus

La estacionalidad reproductiva de *B. globulosus* no se pudo determinar concretamente por no observarse hembras con oviposturas en cada campaña mensual. Sólo en el mes de noviembre se registró una hembra con ovicápsulas adheridas sobre su concha. Para relacionar la estacionalidad reproductiva con la composición bioquímica, se tomó la época de oviposición registrada por Averbuj *et al.* (2014) en una población de Golfo Nuevo (Chubut). Además, en las capturas mediante trampas no se pudo capturar ninguna hembra con ovicápsulas adheridas a su concha.

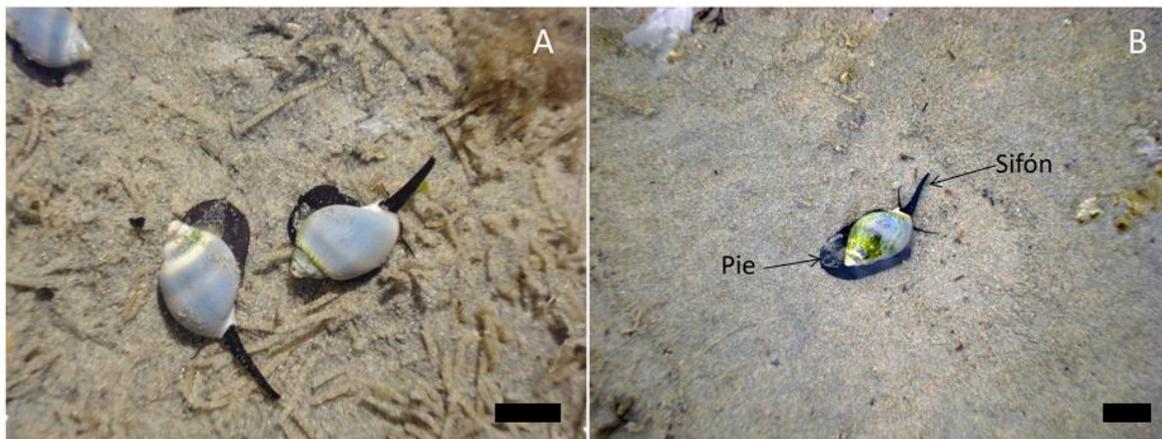


Figura 4.18. Ejemplares de *B. globulosus* observados en el intermareal arenoso. Escala de barras: 2 cm.

Al comenzar la época de oviposición de *B. globulosus*, se registró un aumento en el porcentaje de proteínas en los órganos y una disminución en los porcentajes de glucógeno y lípidos. A comienzos del verano, se registró el máximo porcentaje de lípidos que coincide con un pico elevado en el porcentaje de glucógeno y una disminución en el porcentaje de proteínas. Al terminar la época de oviposición, se registró un aumento continuo en el porcentaje de glucógeno y una disminución en el porcentaje de proteínas. En este período, el porcentaje de lípidos se mantiene fluctuante (Figura 4.19).

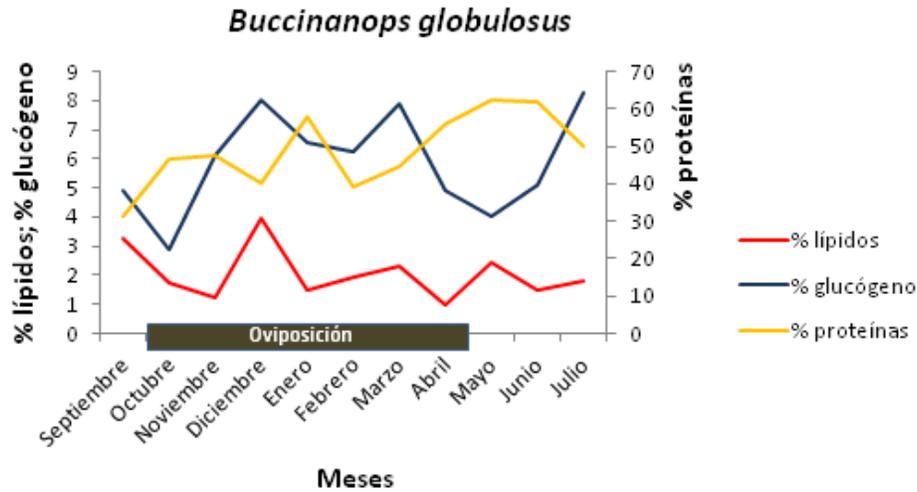


Figura 4.19. Composición bioquímica de los órganos de *B. globulosus* relacionada con la época de oviposición registrada por Averbuj *et al.*, (2014) en Golfo Nuevo.

Trophon geversianus

La oviposición de *T. geversianus* fue registrada desde abril a noviembre, observando sus puestas depositadas sobre sustratos duros en los cuales vive la especie. Las puestas consistían en una serie de ovicápsulas dispuestas en hileras adheridas a un sustrato duro.



Figura 4.20. (A) Hembra de *T. geversianus* oviponiendo. (B) Ovicápsulas colocadas en la restinga submareal. (C) Ejemplar de *T. geversianus* en laboratorio. Escala de barras: 1 cm.

Al comienzo de la época de oviposición, *T. geversianus* registra una disminución en el porcentaje de lípidos y un aumento en los porcentajes de proteínas y glucógeno en sus

órganos. Al avanzar la época de oviposición, en primavera, hay un aumento del porcentaje de glucógeno obteniendo su máximo, el cual coincide con el mínimo porcentaje de lípidos en los órganos y con un pico de aumento del porcentaje de proteínas. En los meses donde no se registró oviposición, los porcentajes de proteínas y lípidos fluctuaron, mientras que se registró una disminución en el porcentaje de glucógeno.

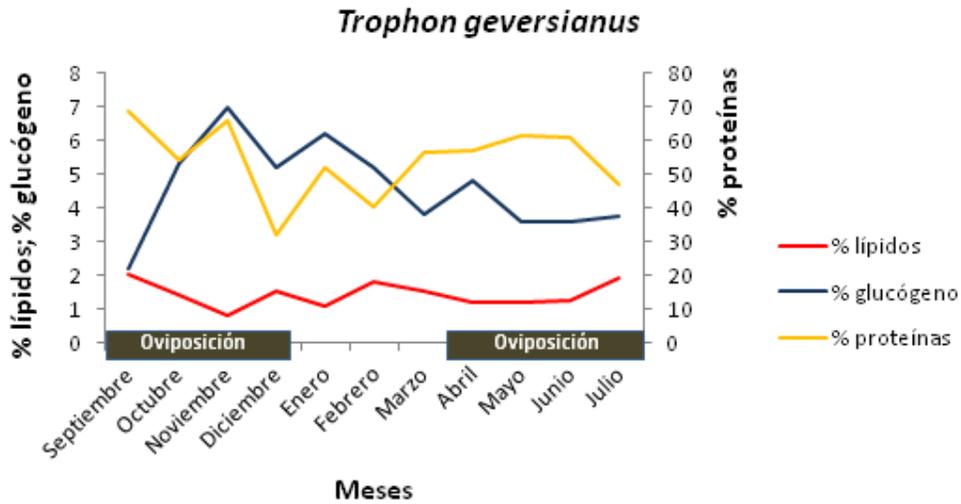


Figura 4.21. Composición bioquímica de los órganos de *T. geversianus* relacionada con la época de oviposición.

4.5 DISCUSIÓN

La disponibilidad de alimentos en un país debe ser proporcional al tamaño de su población y a los requerimientos nutricionales de las personas (Arularasan *et al.*, 2010). Argentina, a pesar de tener una población con hábitos alimentarios basados en la agricultura y ganadería, ha incrementado a lo largo de los años el consumo de organismos marinos. Los gasterópodos marinos son recursos incorporados a las dietas no sólo de usuarios directos del mar sino del público en general. A pesar que el recurso caracol tiene estadísticas de captura en la Subsecretaría de Pesca y Agricultura de la Nación desde 1936 (Sánchez *et al.*, 2012) y presentan un aumento en cuanto a su consumo, no existe en el país información sobre su composición bioquímica ni del aporte calórico a la dieta humana. Los resultados de esta tesis aportan al conocimiento nutricional de las especies consumibles en la región y contribuyen a la futura explotación comercial y cuidado del recurso.

El promedio del porcentaje de proteínas en el pie de las cuatro especies analizadas en el Golfo San José presentaron valores un poco menores que en especies de gran importancia comercial a nivel mundial como *Strombus gigas*, *Haliotis varia* y *Thais haemastoma*, mientras que el porcentaje de lípidos y carbohidratos fue mucho menor que en dichas especies. Según el capítulo 5 del Código Alimentario Argentino sobre “Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos”, los alimentos presentarán bajos niveles de carbohidratos cuando contengan un máximo de 5 g/100 g, bajos niveles de grasas totales cuando contengan 3 g/100 g y un alto contenido en proteínas cuando aporten un mínimo del 20 % de la ingesta diaria recomendada (IDR)/100 g del producto (IDR proteínas= 75 g). En base a estas disposiciones, los gasterópodos del Golfo San José denotan un buen aporte nutricional a la salud humana, contribuyendo con un aceptable porcentaje proteico y muy bajos niveles de lípidos (grasas) y carbohidratos.

La composición bioquímica de las cuatro especies de gasterópodos analizadas en playa Villarino (GSJ), revela que el porcentaje de proteínas, lípidos y glucógeno, en general, fue menor en el pie que en los órganos, observando en estos últimos una variación más evidente. Estas fluctuaciones a través del año, que se traducen en la acumulación o disminución de reservas, además de la cantidad y calidad de alimento disponible (Pazos *et al.*, 1996) dependen principalmente del estadio gonádico y de factores ambientales que afectan a las actividades metabólicas (Gabbot, 1983). La concentración de proteínas de un organismo por lo general varía asociada a su alimentación y metabolismo (Najmudeen, 2007) y constituye el mayor componente orgánico en los moluscos (Beninger y Lucas, 1984). Los niveles de lípidos en el cuerpo de los invertebrados marinos tienden a variar considerablemente con el ambiente físico, el estado de la dieta y el ciclo anual reproductivo, siendo éste la principal causa de variación (Simpson, 1982). Los lípidos están involucrados en la formación de gametas femeninas y masculinas, por lo tanto su proporción corporal se incrementa en la época de gametogénesis y posteriormente disminuye por el desgaste del organismo en la época de liberación de gametas (Manzano y Aldana Aranda, 1998). Los carbohidratos en los moluscos están principalmente compuestos por glucógeno y los cambios en los niveles pueden ser debido a la acumulación o disminución de éste en estadios diferentes de la gametogénesis y liberación de gametas (Ren *et al.*, 2003). Los carbohidratos son transformados en lípidos en la etapa de formación de gametas y su disminución corporal se puede asociar con épocas de escasez de alimentos (Morais *et al.*, 2003; Ren *et al.*, 2003).

El porcentaje de humedad y cenizas se encontró dentro de los rangos esperados para otras especies de gasterópodos. El elevado porcentaje de humedad es característico de moluscos, donde tanto bivalvos (Beninger y Lucas, 1984; Cabello *et al.*, 2004; Marinho, 2011) como gasterópodos (Blanco Metzler y Montero Campos, 1992; Litaay y De Silva, 2003; Najmudeen, 2007; Gharsallah *et al.*, 2010) presentan entre 65 % y 87 % de contenido de agua.

Las proteínas fueron identificadas como una fuente importante de energía durante la maduración gonadal en bivalvos marinos (Barber y Blake, 1981) pero también fueron asociadas en la contribución de energía durante períodos de alimentos limitados y reducción de los niveles de carbohidratos (Beninger y Lucas, 1984; Ruiz *et al.*, 1992; Pazos *et al.*, 1996). La variación que presenta el contenido proteico de un organismo a lo largo de un año de su ciclo reproductor se ha asociado a variaciones en su alimentación y metabolismo (Najmudeen, 2007). El porcentaje de proteínas en los órganos de *Odontocymbiola magellanica* aumenta al iniciar la época previa a la oviposición (de enero a abril), mostrando así un aumento en la acumulación de este componente. Esto coincide con una etapa de reabsorción y proliferación gonadal (Bigatti *et al.*, 2008) y quizás la provisión de energía por su alimentación. En Golfo Nuevo, los machos de *O. magellanica* mantienen actividad gametogénica durante todo el año mientras que las hembras presentan su etapa de reabsorción en meses cálidos (de diciembre a marzo), las etapas de proliferación y crecimiento gonadal a partir de febrero y las primeras evacuaciones gonádicas se observan en julio (Bigatti *et al.*, 2008). La utilización de proteínas a partir de la glándula digestiva está relacionada a la maduración del ovario en las hembras de *Haliotis sp.* (Najmudeen, 2007). El porcentaje de proteínas en los órganos de los individuos de playa Villarino, comienza a disminuir cuando la demanda metabólica es elevada, probablemente debido a la producción de gametas por inicio de las actividades reproductivas como la cópula y oviposición. En playa Villarino no se registraron las cópulas pero en Golfo Nuevo ocurren a partir de marzo hasta noviembre (Bigatti *et al.*, 2008). El porcentaje de proteínas en los órganos presenta picos de valores máximos en algunos meses de primavera, verano e invierno, coincidiendo con porcentajes bajos de proteínas en el pie, evidenciando probablemente una translocación de este componente entre el pie y los órganos. Esta translocación es una parte esencial de la fisiología de los moluscos, donde la glándula digestiva juega un rol esencial en el abastecimiento de nutrientes en el proceso de maduración de la gónada (Najmudeen, 2007). Estudios previos muestran que la fuente de energía de moluscos se encuentra almacenada en el pie (Pazos *et al.*, 1996; Berthelin *et al.*, 2000) y en la glándula digestiva (Berthelin *et al.*, 2000), y además, esta

glándula está implicada no sólo en el depósito de nutrientes sino en su transferencia a otros tejidos del cuerpo (Sastry y Blake, 1971). Esta translocación no se pudo determinar en este estudio ya que glándula digestiva y gónada se analizaron conjuntamente con los demás órganos. En el pie de *O. magellanica*, se verifica un aumento importante de proteínas fuera de la etapa reproductiva, cuando las gónadas se encuentran en proliferación y crecimiento (Bigatti, 2005), posiblemente debido a que el pie es un reservorio de proteínas en esta etapa gametogénica (Barber y Blake, 1981), como resultado del consumo de alimento. En los órganos de *Buccinanops cochlidium*, el porcentaje de proteínas fue máximo cuando no se registraron ovicápsulas en el campo. Este porcentaje mayor de proteínas en los órganos podría estar asociado a la alimentación, época en que se produce el crecimiento de los oocitos por la incorporación de vitelo en el ciclo gametogénico (Averbuj *et al.*, 2010). En este ciclo, los machos presentan espermatogénesis durante todo el año y disminuyen la cantidad de espermatozoides maduros después de los meses de cópula, mientras que las hembras presentan su etapa de proliferación entre octubre y febrero (Averbuj *et al.*, 2010). El porcentaje de proteínas en los órganos disminuyó al transcurrir la época de oviposición. A mediados de ésta, el porcentaje aumentó probablemente por la ingesta de alimento, lo que le permitiría acumular energía en los órganos. El porcentaje de proteínas en el pie de *B. cochlidium* sigue un patrón inverso al de los órganos, lo que podría estar evidenciando una translocación de proteínas entre tejidos como resultado de los requerimientos reproductivos, pues el pie también actúa como reservorio de energía (Pazos *et al.*, 1996; Berthelin *et al.*, 2000). En la época registrada previa a la oviposición (desde marzo a junio) el porcentaje de proteínas es mayor en los órganos, mostrando así la importancia de las proteínas como fuente energética durante la maduración gonadal. En la época de oviposición (a partir de julio), el porcentaje de proteínas es mayor en el pie, posiblemente no sólo asociado a la alimentación sino al desgaste de este componente en los órganos debido a actividades reproductivas. En *Buccinanops globulosus*, el porcentaje de proteínas en los órganos aumenta progresivamente al finalizar la época de oviposición, posiblemente debido a la alimentación ingerida por el organismo, haciéndose máximo el

porcentaje de proteínas fuera de la época reproductiva (mayo a septiembre), que coincide con la regeneración y crecimiento gonadal (Barber y Blake, 1981; Najmudeen, 2007). En todos los meses analizados, el porcentaje de proteínas de *B. globulosus* es mayor en el pie que en los órganos, excepto en abril, mayo y junio, donde este porcentaje es mayor en los órganos. Esto denota el desgaste de proteínas en los órganos asociado quizás a las actividades reproductivas, siendo en esta etapa el pie más rico en proteínas. En los órganos de *Trophon geversianus*, el porcentaje de proteínas aumenta al concluir la época de oviposición (de abril a diciembre) acumulando energía en los tejidos de los organismos posiblemente por la ingesta de alimento, patrón similar al de las demás especies analizadas. Nuevamente en esta especie, el porcentaje de proteínas es mayor en el pie que en los órganos en la época donde no se registró oviposición (enero a marzo).

Los lípidos son considerados los principales productos de reserva de las gónadas (Barber y Blake, 1981; Wenne y Polak, 1989) y la mayor fuente de energía metabólica y de materiales esenciales para la formación de células y tejidos de membranas (Sargent, 1995). La composición de los lípidos puede ser afectada por factores exógenos, tales como fluctuaciones en las condiciones ambientales y cambios en la cantidad y calidad de alimento disponible, o por factores endógenos, tal como la maduración sexual (Galap *et al.*, 1999). También los lípidos pueden ser utilizados para proveer energía cuando disminuye la cantidad de carbohidratos en época invernal (Beukema y De Bruin, 1979) y en la etapa de crecimiento de los oocitos en bivalvos marinos, la energía es reservada en forma de lípidos en la glándula digestiva (Barber y Blake, 1981). Previamente a la oviposición, se observan porcentajes altos de este componente, posiblemente asociado a la época de proliferación y crecimiento de las gametas en las gónadas de los individuos. Siendo que el pie y la glándula digestiva son un reservorio energético importante en los moluscos (Berthelin *et al.*, 2000), el nivel elevado en el porcentaje de lípidos en los órganos observado en febrero, puede estar relacionado a una época de reposo reproductivo, donde la alimentación es su principal actividad, acumulándose lípidos en los órganos digestivos. En *B. cochlidium*, se observa que cuando se inicia la época de oviposición, se registra el menor porcentaje de lípidos en los órganos, relacionado

posiblemente al desgaste lipídico del organismo en el inicio de dicha actividad. Luego, los niveles de lípidos en los órganos aumentan hasta valores máximos, coincidiendo con los picos en los que se registran la mayor cantidad de hembras oviponiendo (octubre y noviembre) (Averbuj *et al.*, 2010). El porcentaje de lípidos en los órganos aumenta desde el final de la época de oviposición aparentemente como resultado del consumo de alimentos y acumulación de reservas en órganos digestivos en la etapa donde no se registra reproducción. Al inicio de la temporada de cópula en marzo (Averbuj, 2009), el porcentaje de lípidos en los órganos comienza a disminuir observándose en abril una clara disminución, lo que podría ser una evidencia de desgaste energético. El pie de *B. cochlidium* mantiene niveles bajos en el porcentaje de lípidos en casi todo el año, excepto en diciembre y enero el cual incrementa en forma considerable, posiblemente asociado a una translocación desde los órganos los cuales tienen un elevado porcentaje o por alimentación. En los órganos de *B. globulosus*, el porcentaje de lípidos mostró una disminución drástica en octubre cuando se inicia la época de oviposición y un aumento importante luego, en donde las gónadas se encuentran en proliferación de gametas (Avaca, 2010). En los órganos de *T. geversianus*, se observa en febrero un porcentaje elevado de lípidos, evidenciando acumulación de reservas en estos tejidos fuera de la época reproductiva (de la Barra *et al.*, 2014). Luego se observa una disminución continua, asociada probablemente a actividades de cópulas y formación de gametas, hasta llegar a porcentajes bajos al iniciar la oviposición en abril. El porcentaje decrece gradualmente hasta el final de la época de oviposición, posiblemente asociado a una época de eclosión de juveniles en donde la especie no estaría acumulando reservas energéticas en sus gónadas. En el pie de *T. geversianus*, el porcentaje de lípidos sigue un patrón similar al de los órganos, en donde el aumento en el porcentaje es lo más notorio al iniciar la oviposición indicando acumulación de energía en este tejido (Berthelin *et al.*, 2000).

El glucógeno es la mayor fuente de almacenamiento de energía (Barber y Blake, 1981; Babu *et al.*, 2010) y su descenso en la glándula digestiva en épocas invernales se podría asociar a la escasez de alimento ingerido (Morais *et al.*, 2003; Ren *et al.*, 2003). En los órganos de *O. magellanica* hay una disminución evidente del porcentaje de glucógeno

a medida que avanza la época de mayor oviposición (a partir de junio) conforme aumenta el porcentaje de lípidos, pudiendo evidenciar un consumo de glucógeno en esta etapa, que se convertiría a lípidos posiblemente por la formación de gametas. Cuando las gametas se están desarrollando, existe un abastecimiento de nutrientes a partir del alimento o, si este es bajo, a partir de diferentes depósitos de almacenamiento, como el tejido muscular (Mathieu y Lubet, 1993). Al finalizar la oviposición, el porcentaje de glucógeno en el pie comienza a disminuir, acompañado por el aumento principal que tiene el porcentaje de lípidos en los órganos, probablemente debido a la acumulación de reservas en la gónada a partir de la transformación de glucógeno en lípidos (Ren *et al.*, 2003). En los órganos de *B. cochlidium*, el porcentaje de glucógeno es fluctuante en el transcurso de la época de oviposición, posiblemente asociado al desgaste o acumulación de los mismos según demandas energéticas. En marzo, cuando la especie no presenta actividades reproductivas es cuando se registra el máximo valor de glucógeno, debido quizás a la acumulación de energía por la alimentación. En el pie de *B. cochlidium*, el porcentaje de glucógeno disminuye notoriamente al avanzar la época de oviposición hasta obtener su mínimo a finales de esta época, asociado quizás a que en esta época se produzca una translocación y transformación a lípidos en los órganos debido a demandas reproductivas (Ren *et al.*, 2003). En *B. globulosus*, el porcentaje de glucógeno en los órganos sigue el mismo patrón que el porcentaje de lípidos en la temporada de oviposición, notándose que al inicio de la época de post-oviposición su porcentaje es bajo conforme hay una suba del porcentaje de lípidos. Esto podría deberse a que la gónada en esa época de regeneración y proliferación obtiene su energía no sólo a partir de su alimento sino de la transformación del glucógeno en lípidos. Los valores elevados en el porcentaje de glucógeno en el pie fuera de la época de oviposición, se podrían relacionar al reservorio de glucógeno que los moluscos presentan en este tejido, coincidiendo con la época invernal (De Zwaan y Zandee, 1972; Berthelin *et al.*, 2000). En los órganos de *T. geversianus*, hay un descenso en el porcentaje de glucógeno al comenzar la oviposición, pudiendo ser el resultado del requerimiento energético debido a transformaciones a lípidos (Ren *et al.*, 2003), luego manteniéndose constante a medida que la oviposición

continúa. En el pie de *T. geversianus*, se nota un porcentaje elevado de glucógeno al terminar la oviposición, poniendo de manifiesto el reservorio de glucógeno que representa para el organismo en esa época (De Zwaan y Zandee, 1972; Berthelin *et al.*, 2000). Desde esta fase hasta el inicio de la oviposición se observa una disminución progresiva en el porcentaje de glucógeno, revelando quizás la translocación hacia los órganos, en donde la gónada requiere más energía para la temporada reproductiva.

En las especies marinas que son recomendables para el consumo humano, debería ser evaluado su aporte nutritivo (Xavier, 1996). En el caso de los resultados obtenidos de las cuatro especies de gasterópodos analizadas del Golfo San José (Chubut), aportan al conocimiento del comportamiento metabólico y fisiológico de estos recursos y ofrecen información nutricional útil para el mejor aprovechamiento de cada especie al ser consumida.

CAPÍTULO 5:

CALIDAD SANITARIA DEL RECURSO

CARACOL:

DETERMINACIÓN DE TOXINA

PARALIZANTE DE MOLUSCOS Y

METALES TRAZA

5.1 INTRODUCCIÓN

TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS

En las últimas décadas, las floraciones algales nocivas (FAN) han incrementando su frecuencia, intensidad y distribución geográfica en una gran variedad de ambientes impactando en la salud pública y en la economía de las regiones (Hallegraeff, 1993; Lagos, 2003; Masó y Garcés, 2006; Aguilera-Belmonte *et al.*, 2011). Las FAN son fenómenos naturales que se presentan en ecosistemas acuáticos siendo causados por organismos fitoplanctónicos que en condiciones favorables del ambiente se multiplican explosivamente y se concentran en determinadas localidades (Reguera, 2002). El envenenamiento por Toxina o Veneno Paralizante de Moluscos (TPM, VPM o *PSP: Paralytic Shellfish Poisoning*, según sus siglas en inglés) es un tipo de intoxicación que resulta de la ingestión de moluscos que contienen una potente neurotoxina presente en las algas productoras de FAN, de las que se alimentan dichos moluscos (Halstead y Schantz, 1984). Las toxinas responsables de este tipo de envenenamiento son productos metabólicos de dinoflagelados y se unen a los canales de sodio de las membranas celulares de los animales vertebrados que las ingieren, bloqueándolas e interfiriendo en la transmisión y conductividad del impulso nervioso causando así parálisis, depresión respiratoria y falla vascular (Halstead y Schantz, 1984; Lagos, 2002; Louzao *et al.*, 2003; Vázquez, 2002; Asakawa *et al.*, 2006). La TPM es hidrofílica, derivada del grupo de las tetrahidropurinas y está dividida en tres grandes grupos: el grupo de las Saxitoxinas (STXs), el grupo de las Gonyautoxinas (GTXs) y el grupo de las N-sulfo-carbamoyl-11-hydroxysulfato toxinas (Cs), siendo las STXs las más tóxicas y las GTXs las más abundantes en la naturaleza (Figura 5.1) (Lagos, 2003).

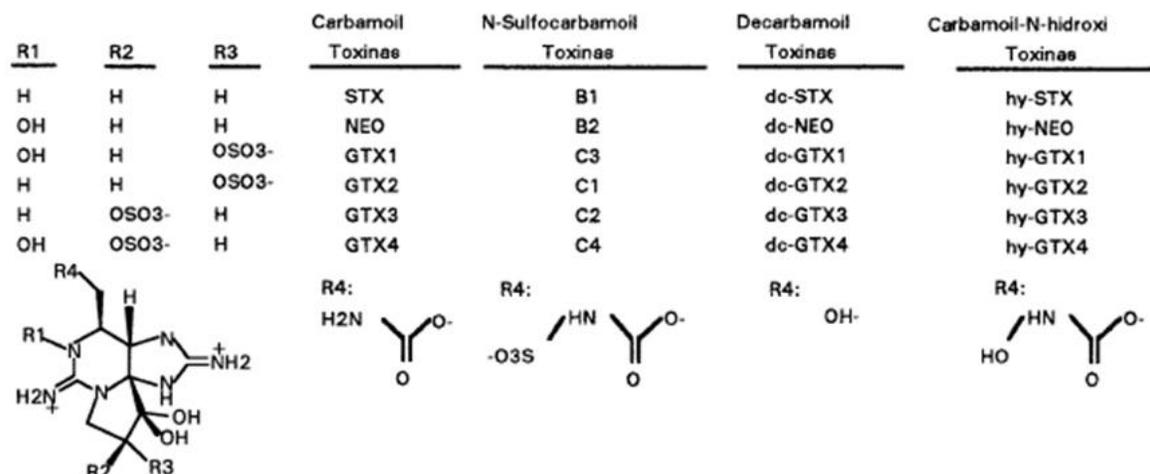


Figura 5.1. Estructura química de las toxinas presentes en la TPM. R1, R2 y R3: radicales sustituibles que dan origen a las diferentes toxinas (Tomada de Lagos, 2002).

A nivel mundial, las toxinas producidas por las FAN son responsables de más de 60000 casos de intoxicación por año, con una mortalidad global de 1,5 % (Van Dolah, 2000). Históricamente, la TPM fue asociada a las FAN que causan decoloraciones en la superficie del mar, variando desde tonos pardo amarillento a rojo intenso dependiendo de la concentración y especie que prolifere, razón por la cual este fenómeno es conocido popularmente como “marea roja”. Sin embargo, sólo algunas floraciones que producen un cambio en la coloración son nocivas y se asocian a brotes de TPM (Halstead y Schantz, 1984; Reguera, 2002). Aunque la marea roja se ha presentado desde la antigüedad (Avaria, 1976; Costas, 1997; Reguera, 2002), fue hasta 1937 cuando Sommer y Meyer relacionaron la presencia del dinoflagelado *Alexandrium catenella* con las intoxicaciones producidas por mejillones en California (USA), siendo ellos mismos los que establecieron el primer bioensayo para detectar la toxina (Vázquez, 2002). Estas floraciones son impredecibles y entre las condiciones ambientales necesarias para que proliferen se encuentran la temperatura del agua, la radiación solar, los procesos de surgencia, los vientos y el desarrollo de una termoclina, pudiéndose dar en aguas contaminadas y no contaminadas (Halstead y Schantz, 1984).

En América del sur, los problemas más serios por FAN fueron producidos por episodios de algas tóxicas que no necesariamente colorearon el agua pero que causaron graves intoxicaciones humanas y prolongadas prohibiciones a las extracciones de moluscos y su comercialización (Reguera, 2002). Los dinoflagelados asociados a TPM son del género *Alexandrium* y *Gymnodinium*, mientras que se registran otros géneros como *Dinophysis* y *Prorocentrum* y las diatomeas *Pseudo-nitzschia* asociados a otros tipos de intoxicación por toxina diarreica (TDM), amnésica (TAM) o neurotóxica (TNM) debido al consumo de moluscos (Halstead y Schantz, 1984; Hallegraeff, 1993; Reguera, 2002; Lagos, 2003; Sar *et al.*, 2010). De todos los géneros, *Alexandrium* es el más importante en términos de severidad, diversidad y distribución (Anderson *et al.*, 2012). *A. tamarense* (Figura 5.2), cuyo tamaño oscila entre 28 y 35 μm , es el gran productor de TPM en el Atlántico sudoccidental, distribuyéndose en Argentina por la costa Bonaerense y Patagónica y en Uruguay, mientras que *A. catenella* se distribuye en el sur de Chile y el Canal de Beagle (Reguera, 2002). Además, el dinoflagelado *Gimnodinium catenatum* que se distribuye en el sur de Brasil, Uruguay y norte de Argentina ha provocado casos moderados de intoxicación (Reguera, 2002).



Figura 5.2. *Alexandrium tamarense* colectada en las costas de Chubut.

(Foto: Leilén Gracia Villalobos)

En Argentina, la primera documentación de intoxicación por consumo de mariscos se encuentra en archivos históricos que datan de 1886, donde se registran mortandades en poblaciones indígenas de Ushuaia (Carreto y Benavides, 1993; Lagos, 2003). Más tarde, se reporta la presencia de *G. catenatum* en aguas de la costa de Buenos Aires, aunque no se lo asoció con eventos tóxicos (Balech, 1964). En la primavera y verano de 1980 en los golfos San Matías y San José de la costa norpatagónica, fue detectado el primer fenómeno de marea roja, el cual se presentó con una decoloración naranja rojiza de la superficie del mar y con la muerte de pescadores debido al consumo de mejillones (Carreto *et al.*, 1981). Esta decoloración se debió al crecimiento explosivo y acumulativo del dinoflagelado *A. tamarense* (Carreto *et al.*, 1981, 1986, 1998; Esteves *et al.*, 1992), fenómeno que habitualmente se inicia en el invierno tardío-comienzo de la primavera en los golfos norpatagónicos, generalmente con bajas concentraciones celulares aún cuando el contenido tóxico puede llegar a valores elevados (Santinelli *et al.*, 1994; Carreto *et al.*, 1998; Carreto *et al.*, 2002; Santinelli *et al.*, 2002). La formación de FAN se encuentra favorecida por la presencia de un régimen de circulación reducido, típico en bahías y golfos, incrementando la velocidad del ciclo regular de conversión entre formas móviles y quistes, perpetuando así la presencia del dinoflagelado (Carreto *et al.*, 1981). Las floraciones de *A. tamarense* en la región norpatagónica fueron asociados con procesos de mesoescala del frente de marea situado al norte de Península Valdés (Carreto *et al.*, 1986). Desde 1980 se han observado floraciones de esta especie tóxica en la zona costera norpatagónica, causando impactos negativos a la salud pública, además de perjuicios económicos al sector pesquero debido a las vedas de recolección y comercialización de mariscos (Carreto *et al.*, 1981; Esteves *et al.*, 1992; Ciocco, 1995; Gayoso, 2001; Santinelli *et al.*, 2002). Además de *A. tamarense*, en la región norpatagónica se han detectado especies productoras de toxinas diarreicas como *Dinophysis acuminata*, *D. fortii* (Akselman *et al.*, 1986; Gil *et al.*, 1989; Akselman *et al.*, 2008; Turner y Goya, 2015) y *Prorocentrum lima* (Santinelli *et al.*, 1995; Akselman *et al.*, 2008) y de toxinas amnésicas como *Pseudo-nitzschia multiseriata*, *P. delicatissima* y *P. australis* (Esteves *et al.*, 1996; Santinelli *et al.*, 2002; Akselman *et al.*, 2008).

Los estudios de monitoreo que posteriormente imponen la veda de captura de moluscos por TPM, requieren de un análisis intensivo de un gran número de muestras y cuando el valor límite regulatorio sobrepasa las 80 μg STX equivalente por 100 g de carne de molusco, su captura es vedada en su respectiva localidad geográfica (Louzao *et al.*, 2003). La ingesta de TPM necesaria para afectar a una persona, puede variar y tiene un rango de acción entre 144 y 1.660 μg STX equiv./100 g, sin embargo, los casos fatales han sido registrados cuando las concentraciones de toxinas superan los 300 μg STX equiv./100 g (Avaria *et al.*, 1999). Estos controles se realizan por el método de bioensayo en ratón de Sommer y Meyer (1937) que es el método más utilizado para determinar la apertura y cierre de áreas de pesca (Etheridge, 2010), en concordancia con normativas dispuestas por la Unión Europea, aplicadas también en otros países del mundo (Sar *et al.*, 2010). Sin embargo, la polémica en torno al uso de mamíferos en ensayos y los costos y limitaciones inherentes a su realización impulsan el desarrollo de nuevos métodos (Fellenz *et al.*, 2014). Actualmente se está trabajando en diferentes estrategias y modelos como ensayos farmacológicos, inmunoensayos, ensayos químicos o de separación y bioensayos alternativos para mejorar la confiabilidad, precisión y especificidad, y disminuir así los costos (Berry *et al.*, 2007; Etheridge, 2010; Goya *et al.*, 2014; Fellenz *et al.*, 2014; Goya *et al.*, 2015).

Los bivalvos, al ser organismos filtradores, son susceptibles de acumular en sus tejidos toxinas incorporadas por el alimento (Andrinolo *et al.*, 1999; Louzao *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006; Etheridge, 2010). La explotación comercial de bivalvos continuamente se ve amenazada por eventos frecuentes de FAN las cuales producen TPM. A inicio de los años 80, se registraron en Chubut, picos de TPM de 34.600 $\mu\text{g}/100$ g de molusco, los que provocaron la muerte de varias personas y numerosos casos de intoxicaciones leves (Vecchio *et al.*, 1986). Posteriormente en 1985 y 1988, se registraron picos de 34.600 y 13.200 $\mu\text{g}/100$ g, respectivamente, en tejidos de mejillón *Mytilus edulis* (Santinelli *et al.*, 1994), así como acumulación de TPM en la cholga *Aulacomya atra* en la Bahía Nueva (Golfo Nuevo), dando como resultados múltiples casos de intoxicación a personas con su posterior hospitalización (Esteves *et al.*, 1992). Entre 2000 y 2002 fueron reportadas 3

intoxicaciones por TPM en Comodoro Rivadavia y Bahía Camarones (Chubut) (Andrade, 2004), en 2010 se reportaron 7 intoxicaciones y 1 caso mortal (Baulde, 2010a; 2010b) mientras que en 2011 se reportaron 1 intoxicación y 1 caso mortal, todas en el Golfo San Jorge (Chubut) (Baulde, 2011).

La Provincia del Chubut, a través del “Plan Provincial de Prevención y Control de Marea Roja en el litoral marítimo”, creado mediante el Decreto 309/11 (trabajando en conjunto con la Subsecretaría de Pesca, la Secretaría de Salud, la Subsecretaría de Turismo y Áreas Protegidas y el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable), lleva a cabo la clasificación y monitoreo de zonas de extracción y producción de moluscos, estableciendo así mismo las vedas de las distintas zonas, tomando muestras tanto de animales como de fitoplancton. Este Plan, además, tiene por objetivo difundir la problemática de la marea roja por medio de afiches o volantes en diferentes sectores geográficos de la provincia (Figura 5.3).



Figura 5.3. Cartel informativo sobre la marea roja en la Provincia del Chubut.

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es un organismo sanitario rector de la República Argentina, cuyo objetivo principal es la fiscalización y certificación de los productos de origen animal y vegetal, sus insumos y residuos agroquímicos, así como la prevención, erradicación y control de enfermedades de animales (www.senasa.gov.ar). El SENASA, por ende, es la autoridad nacional competente para habilitar los centros de depuración y/o expedición, establecimientos de transformación y las unidades utilizadas para el transporte de los moluscos vivos. A partir del primer registro de TPM en 1980, todos los moluscos capturados para comercializar fueron analizados por el laboratorio de SENASA en Mar del Plata por el método de bioensayo en ratón, logrando luego que las provincias de la Patagonia analizaran los mariscos capturados en sus propios laboratorios (Goya y Maldonado, 2014). En las provincias, la Autoridad Competente Provincial (ACP), dependiente de SENASA, es la que propone y define las zonas de producción de mariscos, realiza el plan de muestreo y monitoreo, así como la apertura y cierre de la zona basado en análisis bacteriológicos y químicos (Medina *et al.*, 2014). En el año 2006, la Provincia del Chubut planteó a través de la Subsecretaría de Pesca, según Resolución 506/2000, el Proyecto de Clasificación de Zonas de Producción de Moluscos Bivalvos, el cual por aptitud microbiológica clasifica a sus zonas de pesca en tres diferentes clases: Clase A, en donde se puede extraer el molusco bivalvo vivo para el consumo humano directo; Clase B, en donde se puede comercializar el molusco bivalvo vivo previo paso por el centro de depuración o zona de reinstalación y Clase C, en donde pueden comercializar el molusco bivalvo vivo tras su reinstalación durante un período prolongado que asegure su inocuidad. En la Provincia del Chubut, se encuentran 6 zonas clasificadas de Clase A (Riacho San José, Playa Bengoa y Playa Larralde, en el Golfo San José, Puerto Lobos en el Golfo San Matías y Bahía Camarones y Playa Belvedere en el Golfo San Jorge). Las especies de bivalvos extraídas en estas zonas son la vieira *Aequipecten tehuelchus*, la cholga *Aulacomya atra*, el mejillón *Mytilus edulis*, las almejas *Eurhomalea exalbida* y *Leukoma antiqua*, la almeja navaja *Ensis macha* y la almeja gigante *Panopea abbreviata*. Estos recursos sostienen la pesquería artesanal de mariscos en los golfos de Chubut, aunque también se registran capturas

informales de gasterópodos, pulpos y otros bivalvos (Ciocco, 1995; Lasta *et al.*, 1998). En el período entre 2008 y 2011, se impusieron vedas por TPM para bivalvos y gasterópodos en el Golfo San José en los meses de verano e inicio de otoño (de enero hasta marzo/abril) y primavera (de septiembre a diciembre) de cada año, donde además y sin periodicidad, hubo vedas por toxinas diarreicas (Alvarez *et al.*, 2012).

Además de la presencia de TPM en bivalvos filtradores, ésta se puede transferir en la cadena trófica e inclusive se puede magnificar en depredadores particularmente tolerantes (Mianzan *et al.*, 1997; Bricelj *et al.*, 2005; Jester *et al.*, 2009). En norpatagonia, se ha confirmado la transferencia de toxinas en la cadena trófica pelágica, registrando a lo largo de la costa de Chubut numerosas muertes de peces debido la ingesta de alimento conteniendo TPM y también una gran mortandad de pingüinos *Spheniscus magellanicus* y otras aves marinas (Carreto *et al.*, 1993; Montoya *et al.*, 1996; Quintana *et al.*, 2001; Montoya y Carreto, 2007). Los gasterópodos también son acumuladores de TPM y la adquieren al ingerir bivalvos que contengan la toxina en sus tejidos (Halstead y Schantz, 1984; Balech, 2002; Fernández *et al.*, 2002). Durante la transferencia trófica, diversos procesos metabólicos producen cambios en la composición de toxinas, los cuales tienen lugar tanto en los consumidores primarios (bivalvos) donde predominan las GTXs como en los secundarios (gasterópodos, pulpos, vertebrados) donde el compuesto principal es la STX (Carreto *et al.*, 1996; Turner *et al.*, 2014). La Subsecretaría de Pesca del Chubut, además del control de toxinas en bivalvos, realiza la detección de TPM en gasterópodos. Este análisis generalmente se realiza sobre el cuerpo entero de *Odontocymbiola magellanica* y, en menor medida, sobre *Buccinanops cochlidium*, ya que son consumidos localmente en norpatagonia.

El estudio de eventos tóxicos es necesario para un apropiado manejo de áreas afectadas y para evitar riesgos a la salud humana debido al consumo de moluscos con TPM (Andrinolo *et al.*, 1999). Sabiendo que estas floraciones pueden producir impactos drásticos sobre los recursos pesqueros y la salud pública, lo que afecta además a la creciente industria del turismo en la región, es necesario un seguimiento periódico de las

mismas realizando una cuantificación correcta de la concentración de TPM en cada recurso de interés pesquero.

METALES TRAZA

Los metales son potencialmente tóxicos para los organismos, inclusive para los seres humanos, si los niveles de exposición son suficientemente altos. Para los organismos acuáticos, existen metales que son esenciales en su metabolismo y forman parte de enzimas necesarias para las reacciones celulares como el hierro (Fe), manganeso (Mn), cobalto (Co), cobre (Cu) y zinc (Zn) (Bjerregaard y Andersen, 2007). En el mar, el comportamiento de éstos depende de las condiciones ambientales, pudiendo asociarse al material particulado en suspensión, permanecer disueltos en el agua o depositarse en el sedimento (Olavarría Contreras, 2007). Los metales presentes en organismos acuáticos comestibles pueden representar un riesgo para el hombre si superan ciertas concentraciones. Los metales esenciales como el Fe, Mn, Zn, Cu, entre otros, no representan peligro si no superan su concentración umbral, mientras que metales como cadmio (Cd), plomo (Pb) y el metaloide Arsénico (As) no tienen una función biológica definida en los organismos y al presentarse en éstos resultan tóxicos generando disfunciones fisiológicas (Marinho, 2011). El Cd es altamente soluble en ambientes acuáticos oxidados y tiene un elevado potencial de toxicidad en muchos organismos (Khati *et al.*, 2012). El Pb existe en concentraciones bajas en la naturaleza pero su proporción se incrementa por ciertas actividades humanas, como la extracción de petróleo, siendo muy tóxico para los organismos (ATSDR, 2013).

La contaminación por metales en gasterópodos marinos se ha estudiado en otras partes del mundo como en *Hinia reticulata*, *Nucella lapillus* y *Thais clavigera*, entre otras, determinando concentraciones en diferentes órganos con el fin de explorar las vías de incorporación y evaluando el riesgo en especies de consumo humano (Bryan *et al.*, 1987; Fang *et al.*, 2001; Blackmore y Morton, 2002; Wang y Ke, 2002; Blackmore y Wang, 2004; Tanhan *et al.*, 2005; Gust *et al.*, 2011). En Argentina, existen pocos antecedentes sobre

niveles de metales en gasterópodos comestibles marinos, siendo *Nacella magellanica*, *Tegula patagonica*, *Buccinanops globulosus* y *Trophon geversianus* las especies sobre las cuales se han realizado las determinaciones (Conti *et al.*, 2012; Primost, 2014; Bigatti *et al.*, en prensa).

El potencial tóxico de algunos metales ha logrado que se establezcan recomendaciones o regulaciones sobre niveles máximos tolerables para consumo humano (FAO, 2004a; EFSA, 2009). En Argentina no existe una regulación sobre niveles de metales permitidos en moluscos para consumo humano, aunque es uno de los países que adoptó la resolución N° 12/11 del Grupo Mercado Común/MERCOSUR que establece límites permitidos de algunos metales (As, Pb, Cd y Hg) en productos de la pesca para consumo humano (peces, bivalvos y cefalópodos) (Primost, 2014) pero sin dejar en claro los niveles de ingesta tolerables semanales. Según el Código Alimentario Argentino (CAA), Resolución Conjunta 116/2012 y 356/2012, presenta un anexo del reglamento técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos, estableciendo un límite máximo permitido de cadmio para moluscos bivalvos y cefalópodos de 2 mg/kg (=2 µg/g) en peso húmedo, mientras que para plomo propone un límite máximo de 1,50 mg/kg (=1,50 µg/g) para moluscos bivalvos y 1 mg/kg (=1 µg/g) para cefalópodos, no estando especificado el límite máximo de estos metales para gasterópodos. Además de estos criterios para evaluar los riesgos a la salud humana, se debe tener en cuenta la cantidad total que cada tejido comestible acumula de cada metal. Así, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en conjunto con la Organización Mundial de Agricultura y Alimentos (WHO/FAO) estableció la tasa de ingesta semanal de Cadmio, relativizándolo a un humano de peso promedio de 65 kg, en 5,8 µg Cd por 1 kg peso de cuerpo.

La elevada participación de los metales traza en los ciclos biogeoquímicos y su capacidad para bioacumularse y producir daños en los organismos, hacen necesario su seguimiento en todo ecosistema cuyos recursos se quiera conservar (Marinho, 2011) y/o explotar. El aporte de información acerca de niveles de metales traza en gasterópodos es de utilidad en aspectos de calidad y sanidad alimentaria (Primost, 2014), en especies comestibles o con potencial pesquero.

5.2 OBJETIVOS

Determinar la presencia y concentración de Toxina Paralizante de Moluscos (TPM) así como la acumulación y concentración de metales traza en los tejidos de gasterópodos comestibles del Golfo San José, para aportar información sobre la calidad sanitaria del recurso caracol.

5.3 METODOLOGÍA

5.3.1 DETERMINACIÓN DE TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS

En la mayoría de los países que realizan el control de TPM en los mariscos utilizan como método oficial el bioensayo en ratón, desarrollado originalmente por Sommer y Meyer en 1937 (AOAC, 2000). Según el artículo 276 (Dec 748, 18.3.77) del Código Alimentario Argentino: “Será considerado no apto para la alimentación, ya sea para consumo inmediato o para la elaboración de conservas, los moluscos bivalvos y gasterópodos que contengan un nivel de Toxina Paralizante de Moluscos superior a las 400 Unidades Ratón (UR)/100 g de pulpa húmeda, lo que equivale a 80 µg de Toxina/100 g de pulpa húmeda (800 µg de Toxina/1 kg), determinado utilizando la técnica del bioensayo de Sommer y Meyer (1937)”. Este método define como una unidad ratón (UR) a la cantidad de toxina que inyectada intraperitonealmente en un ratón de 20 g produce su muerte entre 5-7 minutos. El valor de la UR depende de la sensibilidad del animal, por lo que la respuesta de una serie determinada de ratones requiere su calibración periódica con saxitoxina (STX) pura (Halstead y Schantz, 1984; AOAC, 1995). El límite de detección del ensayo es aproximadamente 40 µg STX/100 g de tejido de marisco con una precisión de ± 15-20 % (FAO, 2004b).

De las capturas de gasterópodos realizadas en playa Villarino entre septiembre de 2010 y julio de 2011 (ver Metodología general), se llevaron al laboratorio especímenes de *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium* y *Trophon geversianus* para su procesamiento. A cada ejemplar por especie se le midió la talla (longitud total de la concha) y el peso total y peso del cuerpo (partes blandas). A los individuos de *O. magellanica* y *B. cochlidium* se les separó el pie del resto de los órganos, se lo pesó por separado y se congeló a -18 °C el pie y el resto de los órganos por separado. Los ejemplares de *T. geversianus* se congelaron enteros para su posterior análisis de TPM. La determinación de TPM se realizó mediante un convenio en el laboratorio del Departamento Provincial de Bromatología (Dirección de Salud Ambiental de la Secretaría

de Salud de la Provincia del Chubut) mediante el bioensayo en ratón. Los resultados fueron expresados en UR/100 g de tejido y luego convertidos a $\mu\text{g STXeq./100 g}$ de tejido. La determinación de TPM para *Buccinanops globulosus* no pudo realizarse debido a que nunca fueron capturados suficientes ejemplares para alcanzar al peso mínimo exigido en el bioensayo en ratón (100 g de “pulpa” húmeda). Es importante señalar que en la actualidad, SENASA ha adoptado $\mu\text{g STXeq./1 kg}$ como la nueva nomenclatura para expresar los valores de concentración de TPM en un recurso alimentario.

Se compararon los datos de concentración de *Alexandrium tamarense* en gasterópodos del Golfo San José entre 2010 y 2011 tomados por el Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNPSJB (sede Trelew) y la Subsecretaría de Pesca de Chubut. Se compararon también los datos de concentración de TPM en la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus*, la almeja blanca *Leukoma antiqua* y el mejillón *Mytilus edulis*, bivalvos de interés comercial en la provincia e ítem presa de los gasterópodos estudiados en esta tesis. La determinación de TPM sobre la vieira y la almeja se realizaron en las estaciones ARCH 002 Riacho San José, ARCH 008 Playa Larralde y ARCH 009 Playa Bengoa, mientras que la determinación sobre el mejillón se realizó en ARCH 002 Riacho San José por la Subsecretaría de Pesca de Chubut.

Además, se hizo una revisión de datos de determinación de TPM en gasterópodos de los golfos San Matías, San José y Nuevo realizados por la Subsecretaría de Pesca de Chubut entre los años 2004 y 2011. Estos análisis fueron realizados en su mayoría sobre el cuerpo entero de *O. magellanica* y sólo en algunas oportunidades en el cuerpo de *B. cochlidium* con la finalidad de identificar un patrón de distribución espacio-temporal de la TPM.

5.3.2 DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA

Se realizó la determinación de metales traza en muestras de *O. magellanica*, *B. cochlidium*, *B. globulosus* y *T. geversianus*. Para ello, se tomaron alícuotas secas de muestras homogeneizadas, de pie y órganos de cada especie por mes, de $0,5007 \text{ g} \pm 0,0008 \text{ g}$, mediante una balanza analítica Shimadzu AUV 220.

Cada muestra se secó en estufa a 60 °C hasta peso constante eliminando la humedad residual, se mineralizaron por vía seca (400 °C) y ataque ácido nítrico hasta cenizas blancas. Éstas se retomaron en solución de ácidos nítrico (3% v/v) y clorhídrico (6% v/v). Las mediciones se realizaron sobre dos réplicas de muestras en un Espectrómetro de Absorción Atómica IL 457. Los resultados se expresaron como el valor promedio de las dos réplicas de cada muestra en µg/g (peso seco). Este trabajo fue realizado como servicio a terceros en el Laboratorio Centralizado de Química General y Análisis Elemental (LAQUIAE) del CENPAT.

A partir de las determinaciones de metales en el pie y el resto de órganos por especie se calculó la concentración total de cada metal (CTM) en la biota, según:

$$CTM (\mu g/g) = [Mt] * (\text{peso pie} / \text{peso total gasterópodo}) + [Mt] * (\text{peso cuerpo} / \text{peso total})$$

Donde [Mt]: concentración de cada metal determinado en cada tejido.

A partir de la CTM y en base a la regulación internacional vigente (WHO/FAO 2004; EFSA 2009) se determinó la tasa de ingesta semanal de gasterópodos de cada especie permitida para consumo humano.

5.4 RESULTADOS

5.4.1 DETERMINACIÓN DE TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS

Odontocymbiola magellanica

Sobre la población de *O. magellanica* de playa Villarino, se recolectaron un total de 27 individuos (13 machos y 14 hembras) con un peso total individual promedio de 337,60 g \pm 110,96 g y una longitud individual promedio de 14,51 cm \pm 1,27 cm. Se detectó TPM en el pie en todos los meses, excepto en abril, junio y noviembre, aunque de estas detecciones se presentaron valores no aptos para consumo sólo en febrero. En los órganos se detectó TPM en todo el año de muestreo y los valores no aptos para consumo se registraron en enero, febrero y junio. La determinación de TPM para esta especie se expresa en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Toxina Paralizante de Moluscos en *O. magellanica* durante septiembre de 2010-julio de 2011. (N.D.) No detectable. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo.

| Meses | TPM en pie | | TPM en órganos | |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|--------------|
| | $\mu\text{g STX/ 100 g}$ | UR/ 100 g | $\mu\text{g STX/ 100 g}$ | UR/ 100 g |
| Septiembre | 44,6 | 223 | 32,9 | 164,5 |
| Octubre | 37 | 185 | 54,7 | 273,5 |
| Noviembre | N.D. | N.D. | 79,1 | 395,5 |
| Diciembre | 58,4 | 292 | 51,7 | 258,5 |
| Enero | 40,3 | 201,5 | 110 | 550 |
| Febrero | 83,8 | 419 | 102 | 510 |
| Marzo | 42,8 | 214 | 53,2 | 266 |
| Abril | 46,6 | 233 | N.D. | N.D. |
| Mayo | 38,8 | 194 | 71,4 | 357 |
| Junio | N.D. | N.D. | 94,7 | 473,5 |
| Julio | 41,6 | 208 | 39,8 | 199 |

Buccinanops cochlidium

Sobre la población de *B. cochlidium* en playa Villarino, se recolectaron un total de 79 individuos (8 machos y 71 hembras) con un peso total individual promedio de 62,56 g \pm 13,99 g y una longitud individual promedio de 8,19 cm \pm 0,68 cm. En el pie de *B. cochlidium* no se detectó TPM durante todos los meses, resultando apto para el consumo. En verano y en la primavera se registraron valores detectables de TPM en los órganos de *B. cochlidium* y solamente en diciembre se presentó un valor que superaba el límite máximo de consumo. La determinación de TPM para esta especie se expresa en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Toxina Paralizante de Moluscos en *B. cochlidium* durante septiembre de 2010-julio de 2011. (N.D.) No detectable. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo.

| Meses | TPM en pie | | TPM en órganos | |
|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|--------------|
| | $\mu\text{g STX/ 100 g}$ | UR/ 100 g | $\mu\text{g STX/ 100 g}$ | UR/ 100 g |
| Septiembre | N.D. | N.D. | 39,8 | 199 |
| Octubre | N.D. | N.D. | 60,3 | 301,5 |
| Noviembre | N.D. | N.D. | 71 | 355 |
| Diciembre | N.D. | N.D. | 96,1 | 480,5 |
| Enero | N.D. | N.D. | 64 | 320 |
| Febrero | N.D. | N.D. | 40,6 | 203 |
| Marzo | N.D. | N.D. | 43,3 | 216,5 |
| Abril | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Mayo | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Junio | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Julio | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

Trophon geversianus

Sobre la población de *T. geversianus* en el submareal de playa Villarino, se recolectaron un total de 488 individuos (130 machos y 358 hembras) con un peso promedio de 5,28 g \pm 2,30 g y una longitud promedio de 3,19 cm \pm 0,52 cm. En el cuerpo entero de *T. geversianus* se detectó TPM en abril, mayo, octubre y diciembre, aunque presentó valores aptos para consumo en todos los meses del año. La determinación de TPM para esta especie se expresa en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Toxina Paralizante de Moluscos en *T. geversianus* durante septiembre de 2010-julio de 2011. (N.D.) No detectable.

| Meses | TPM en cuerpo entero | |
|-------------------|--|------------------|
| | $\mu\text{g STX}/ 100 \text{ g}$ | UR/ 100 g |
| Septiembre | N.D. | N.D. |
| Octubre | 63,4 | 317 |
| Noviembre | N.D. | N.D. |
| Diciembre | 71,5 | 357,5 |
| Enero | N.D. | N.D. |
| Febrero | N.D. | N.D. |
| Marzo | N.D. | N.D. |
| Abril | 37 | 185 |
| Mayo | 34 | 170,1 |
| Junio | N.D. | N.D. |
| Julio | N.D. | N.D. |

Datos de concentración de *Alexandrium tamarense* entre 2010 y 2011 en el Golfo San José

El Laboratorio de Hidrobiología (FCN-UNPSJB, Trelew) y la Subsecretaría de Pesca de Chubut registraron florecimientos de *Alexandrium tamarense* entre septiembre y noviembre de 2010 mientras que no detectaron concentraciones del dinoflagelado desde diciembre de 2010 hasta agosto de 2011, como se muestra en la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Concentración (cel/L) de *Alexandrium tamarense* en el Golfo San José entre 2010-2011. cel/L: número de células por litro. Datos: Laboratorio de Hidrobiología (FCN-UNPSJB, Trelew) y Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| Año | Mes | Concentración (cel/L) |
|------------|------------|------------------------------|
| 2010 | Septiembre | 23.520 |
| 2010 | Octubre | 5.880 |
| 2010 | Noviembre | 50.400 |
| 2010 | Diciembre | N.D. |
| 2011 | Enero | N.D. |
| 2011 | Febrero | N.D. |
| 2011 | Marzo | N.D. |
| 2011 | Abril | N.D. |
| 2011 | Mayo | N.D. |
| 2011 | Junio | N.D. |
| 2011 | Julio | N.D. |
| 2011 | Agosto | N.D. |

Datos de TPM en *Aequipecten tehuelchus*, *Leukoma antiqua* y *Mytilus edulis* entre 2010 y 2011 en el Golfo San José

La Subsecretaría de Pesca de Chubut registró concentraciones de TPM que superaron el límite máximo de consumo en el Golfo San José entre 2010 y 2011 en el mejillón *Mytilus edulis* en septiembre, octubre y noviembre, en la almeja *Leukoma antiqua* entre octubre y diciembre mientras que en la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus* se registró en los meses de primavera, verano e inicios del otoño. Los resultados de la determinación se expresan en las tablas 5.5, 5.6 y 5.7.

Tabla 5.5. Valores de TPM en *Mytilus edulis* entre 2010 y 2011 en el Golfo San José. N.D. No detectable. (*) No se realizó muestreo por mal tiempo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | TPM en <i>Mytilus edulis</i> | |
|------------|------------------------------|-----------------|
| | µg STX/100 g | UR/100 g |
| Septiembre | 94,2 | 471 |
| Octubre | 1.482,90 | 7.414,50 |
| Noviembre | 1.275 | 6.375 |
| Diciembre | 79 | 395 |
| Enero | 47,5 | 237,5 |
| Febrero | N.D. | N.D. |
| Marzo | N.D. | N.D. |
| Abril | N.D. | N.D. |
| Mayo | N.D. | N.D. |
| Junio | * | * |
| Julio | N.D. | N.D. |
| Agosto | 42,6 | 213 |

Tabla 5.6. Valores de TPM en *Leukoma antiqua* entre 2010 y 2011 en el Golfo San José. N.D. No detectable. (*) No se realizó muestreo por mal tiempo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | TPM en <i>Leukoma antiqua</i> | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|----------|
| | RIACHO SAN JOSÉ | | PLAYA LARRALDE | | PLAYA BENGUA | |
| | µg STX/100 g | UR/100 g | µg STX/100 g | UR/100 g | µg STX/100 g | UR/100 g |
| Septiembre | 41,1 | 205,5 | 54,8 | 274 | 63,3 | 316,5 |
| Octubre | 2.078,70 | 10.394 | 712,8 | 3.561 | 1.041,8 | 8.209 |
| Noviembre | 1.280 | 6.400 | 890,20 | 4.451 | 1.051,5 | 5.276 |
| Diciembre | 178,7 | 894 | 197 | 985 | 115,2 | 576 |
| Enero | 40,6 | 203 | 40 | 200 | 40,5 | 203 |
| Febrero | N.D. | N.D. | 30,7 | 153,5 | 33,4 | 167 |
| Marzo | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Abril | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Mayo | N.D. | N.D. | 79,1 | 395,3 | N.D. | N.D. |
| Junio | * | * | * | * | * | * |
| Julio | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Agosto | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 37,5 | 187,5 |

Tabla 5.7. Valores de TPM en *Aequipecten tehuelchus* entre 2010 y 2011 en el Golfo San José. N.D. No detectable. (*) No se realizó muestreo por mal tiempo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | TPM en <i>Aequipecten tehuelchus</i> | | | | | |
|-------------------|---|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | RIACHO SAN JOSÉ | | PLAYA LARRALDE | | PLAYA BENGUA | |
| | µg STX/100 g | UR/100 g | µg STX/100 g | UR/100 g | µg STX/100 g | UR/100 g |
| Septiembre | 161 | 805 | 109 | 545 | 77 | 385 |
| Octubre | 375,5 | 1.876,50 | 251,9 | 1.259,50 | 205,6 | 1.028 |
| Noviembre | 1.440 | 7.200 | 1.251,60 | 6.258 | 890,2 | 4.451 |
| Diciembre | 337 | 1.685 | 187,2 | 936 | 302,3 | 1.511,50 |
| Enero | 291,5 | 1.457,50 | 313,2 | 1.566 | 1.787,40 | 8.937 |
| Febrero | 128,1 | 640,5 | 88 | 440 | 204,7 | 1.023,50 |
| Marzo | N.D. | N.D. | 157 | 785 | N.D. | N.D. |
| Abril | 28,8 | 144 | 141,7 | 708,5 | 50,8 | 254 |
| Mayo | N.D. | N.D. | 65,9 | 329,5 | N.D. | N.D. |
| Junio | * | * | * | * | * | * |
| Julio | 57,7 | 288,5 | 49,7 | 248,5 | N.D. | N.D. |
| Agosto | 52,1 | 229 | 64,5 | 322,5 | N.D. | N.D. |

Datos de TPM en gasterópodos comestibles de los golfos norpatagónicos entre 2004 y 2011

La Subsecretaría de Pesca de Chubut, en su plan provincial de prevención y control de marea roja, obtuvo valores de TPM en el cuerpo entero de gasterópodos entre los años 2004 y 2011 en diferentes zonas de los golfos norpatagónicos, expuestos en las siguientes tablas:

Tabla 5.8. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2004; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin datos por no realizarse muestreo. El valor resaltado en color es no apto para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | San Román (GSJ) | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | La Tapera (GSJ) | Playa Fracasso (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Puerto Lobos (GSM) | Puerto Pirámides (GN) | Puerto Madryn (GN) |
|-------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 2004 | | | | | | | | | |
| Febrero | 135 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Mayo | 318 | 387 | N.D. | N.D. | * | * | * | * | * |
| Junio | * | * | * | * | 284 | * | * | * | * |
| Agosto | 286 | * | * | * | * | 248 | * | * | * |
| Septiembre | * | * | * | 153 | * | 173 | * | * | * |
| Octubre | 147 | * | * | 171 | * | 147 | N.D. | * | * |
| Noviembre | * | * | * | * | * | 915 | 274 | N.D. | 122,5 |
| Diciembre | * | * | * | * | * | * | 166 | * | * |

Tabla 5.9. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2005; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | San Román (GSJ) | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | La Tapera (GSJ) | Playa Fracasso (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Puerto Lobos (GSM) | Puerto Pirámides (GN) | Puerto Madryn (GN) |
|-------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 2005 | | | | | | | | | |
| Enero | * | * | N.D. | * | * | 556 | 153 | * | N.D. |
| Febrero | * | * | * | 247 | * | * | * | * | * |
| Abril | 179 | 373,5 | N.D. | * | * | 1476 | N.D. | * | * |
| Mayo | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Junio | 151 | * | * | * | 280 | * | * | * | * |
| Julio | * | * | * | * | * | * | 119 | * | * |
| Agosto | * | * | * | * | * | * | 159 | * | * |
| Septiembre | 99 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Octubre | 637 | 952 | * | * | 1030 | 612 | 335,5 | * | * |
| Noviembre | 3132 | * | * | * | 2688 | 3132 | 349 | * | * |
| Diciembre | * | 10224 | * | * | * | * | * | * | * |

Tabla 5.10. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2006; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | San Román (GSJ) | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | La Tapera (GSJ) | Playa Fracasso (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Punta Conos (GSJ) | Puerto Lobos (GSM) |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2006 | | | | | | | | |
| Enero | * | * | * | * | * | * | * | 183 |
| Marzo | * | * | 694,94 | 486,49 | * | * | * | * |
| Abril | * | * | N.D | * | * | * | * | * |
| Julio | * | * | * | * | * | * | 354,48 | N.D. |
| Septiembre | * | * | * | * | 1540 | * | * | N.D. |
| Octubre | * | * | * | * | * | * | * | 1331,4 |

Tabla 5.11. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2007; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. Los valores resaltados en color son no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | San Román (GSJ) | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | La Tapera (GSJ) | Playa Fracasso (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Puerto Lobos (GSM) |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2007 | | | | | | | |
| Febrero | * | 280,9 | * | * | * | * | * |
| Mayo | * | 524,8 | * | * | * | * | * |
| Septiembre | 131,44 | 586,6 | N.D | * | * | * | * |
| Octubre | * | 926,3 | * | * | * | 521,22 | * |
| Noviembre | * | * | * | * | * | * | N.D. |
| Diciembre | * | * | 371,28 | * | * | * | * |

Tabla 5.12. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2008 y 2009; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. (1) Valores de UR obtenidos en el cuerpo entero de *B. cochlidium*. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | San Román (GSJ) | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | La Tapera (GSJ) | Playa Fracasso (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Playa Iriarte (2008) | Puerto Lobos (GSM) |
|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 2009 | | | | | | | | |
| Diciembre (2008) | * | * | 285,45 | * | * | * | * | * |
| Febrero | * | * | * | * | * | * | N.D.(1) | * |
| Marzo | * | * | N.D. | * | * | * | * | * |
| Diciembre | * | 288,5(1) | 225(1) | * | * | * | * | * |

Tabla 5.13. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2010; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. (1) Valores de UR obtenidos en el cuerpo entero de *B. cochlidium*. El valor resaltado en color es no apto para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | Playa Larralde (GSJ) | Puerto Lobos (GSM) |
|-------------|--------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| 2010 | | | | |
| Febrero | 385 | N.D. | 509 | N.D. (1) |
| Marzo | * | N.D. | * | * |
| Abril | * | * | * | 253,5 |
| Agosto | * | N.D. (1) | * | 157,5 (1) |
| Septiembre | * | * | * | 183 (1) |

Tabla 5.14. Valores de TPM en el cuerpo entero de *O. magellanica* durante el año 2011; valores expresados en UR/100 g de tejido. (*) Sin registros de datos por no realizarse muestreo. Los valores resaltados en color indican no aptos para consumo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| 2011 | Playa Bengoa (GSJ) | El Riacho (GSJ) | Puerto Madryn (GN) | Puerto Lobos (GSM) |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Enero | 578,5 | * | * | * |
| Marzo | 616,5 | 310,5 | 668,5 | * |
| Abril | * | * | * | * |
| Mayo | 1260,5 | * | * | * |
| Junio | * | * | * | 1211 |
| Julio | * | * | * | * |
| Agosto | 750 | * | * | 220,5 |
| Octubre | 616,5 | 296 | * | 550 |
| Noviembre | * | * | * | * |
| Diciembre | N.D. | 523,8 | * | * |

Tabla 5.15. Registros de TPM en UR/100 g en gasterópodos comestibles desde 2004 al 2011 en los golfos norpatagónicos (Chubut). > 400: registros de TPM que sobrepasaron el límite máximo de consumo; < 400: registros de TPM que no sobrepasaron el límite máximo. (*) Sin registros de TPM por no realizarse muestreo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Enero | * | > 400 | < 400 | * | * | * | * | > 400 |
| Febrero | < 400 | < 400 | * | * | * | < 400 | > 400 | > 400 |
| Marzo | * | * | > 400 | * | * | < 400 | * | > 400 |
| Abril | * | > 400 | < 400 | * | * | * | * | < 400 |
| Mayo | < 400 | * | * | > 400 | * | * | * | > 400 |
| Junio | < 400 | < 400 | * | * | * | * | * | > 400 |
| Julio | * | < 400 | < 400 | * | * | * | * | * |
| Agosto | < 400 | < 400 | * | * | * | * | * | > 400 |
| Septiembre | < 400 | < 400 | > 400 | > 400 | * | * | < 400 | * |
| Octubre | < 400 | > 400 | > 400 | > 400 | * | * | < 400 | > 400 |
| Noviembre | > 400 | > 400 | < 400 | < 400 | * | * | < 400 | * |
| Diciembre | < 400 | > 400 | < 400 | < 400 | < 400 | < 400 | > 400 | > 400 |

Tabla 5.16. Registros de TPM en UR/100 g en gasterópodos comestibles desde 2004 a 2011 en playas del golfo San José (Chubut). > 400: registros de TPM que sobrepasaron el límite máximo de consumo; < 400: registros de TPM que no sobrepasaron. (*) Sin registros de TPM por no realizarse muestreo. Datos: Subsecretaría de Pesca de Chubut.

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| San Román | < 400 | > 400 | * | < 400 | * | * | * | * |
| Bengoa | < 400 | > 400 | * | > 400 | * | < 400 | < 400 | > 400 |
| Punta Conos | * | * | < 400 | * | * | * | * | * |
| Fracasso | < 400 | > 400 | > 400 | * | * | * | * | * |
| Villarino | * | * | * | * | * | * | > 400 | > 400 |
| Iriarte | * | * | * | * | * | < 400 | * | * |
| Larralde | > 400 | > 400 | * | > 400 | * | * | > 400 | * |
| El Riacho | < 400 | < 400 | > 400 | < 400 | < 400 | * | < 400 | > 400 |
| La Tapera | < 400 | < 400 | > 400 | * | * | * | * | * |

5.4.2 DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA

La concentración de cadmio en todas las especies fue mayor en los órganos que en el pie. *Trophon geversianus* fue la especie que acumuló una mayor concentración en los órganos, mientras que *Odontocymbiola magellanica* fue la especie que acumuló en menor proporción en el pie (Tabla 5.17). La concentración de plomo en todas las especies resultó no detectable, tanto en pie como en órganos (Tabla 5.17- 5.18).

Tabla 5.17. Concentración de cadmio y plomo ($\mu\text{g/g}$) en peso seco de los tejidos (pie y órganos) de las cuatro especies bajo estudio en playa Villarino (GSJ). (N.D.) No Detectable $\text{Pb} < 4 \mu\text{g/g}$.

| | CONCENTRACIÓN DE METALES ($\mu\text{g/g}$) EN PESO SECO | | | |
|-----------------------|---|---------|------------|---------|
| | Cadmio (Cd) | | Plomo (Pb) | |
| | Pie | Órganos | Pie | Órganos |
| <i>O. magellanica</i> | 0,07 | 31,23 | N.D. | N.D. |
| <i>B. cochlidium</i> | 0,1 | 38,72 | N.D. | N.D. |
| <i>B. globulosus</i> | 2,42 | 24,02 | N.D. | N.D. |
| <i>T. geversianus</i> | 2,05 | 44,86 | N.D. | N.D. |

Tabla 5.18. Concentración de cadmio y plomo ($\mu\text{g/g}$) en peso húmedo de los tejidos (pie y órganos) de las cuatro especies bajo estudio en playa Villarino (GSJ). (N.D.) No Detectable $\text{Pb} < 0,8 \mu\text{g/g}$.

| | CONCENTRACIÓN DE METALES ($\mu\text{g/g}$) EN PESO HÚMEDO | | | |
|-----------------------|---|---------|------------|---------|
| | Cadmio (Cd) | | Plomo (Pb) | |
| | Pie | Órganos | Pie | Órganos |
| <i>O. magellanica</i> | 0,005 | 3,712 | N.D. | N.D. |
| <i>B. cochlidium</i> | 0,009 | 4,675 | N.D. | N.D. |
| <i>B. globulosus</i> | 0,150 | 3,766 | N.D. | N.D. |
| <i>T. geversianus</i> | 0,105 | 7,119 | N.D. | N.D. |

En relación a la concentración total de Cd en los gasterópodos del Golfo San José, se obtuvo que *O. magellanica* fue la especie de menor acumulación ($2,39 \mu\text{g/g}$) y *T. geversianus* la que más acumuló ($5,34 \mu\text{g/g}$) en el cuerpo entero. Sin embargo, considerando la alimentación humana, el CTM de todo el cuerpo no es importante analizarlo en las especies *O. magellanica* y *B. cochlidium*, debido a que sólo se consume su pie. Por ende, el CTM calculado en esta parte muscular fue de $0,001 \mu\text{g/g}$ para *O. magellanica* y de $0,004 \mu\text{g/g}$ para *B. cochlidium*.

Tabla 5.19. Concentración Total de Cadmio ($\mu\text{g/g}$) en cada especie estudiada en GSJ.

| Concentración Total de Cd ($\mu\text{g/g}$) | |
|---|------|
| <i>O. magellanica</i> | 2,39 |
| <i>B. cochlidium</i> | 2,46 |
| <i>B. globulosus</i> | 3,02 |
| <i>T. geversianus</i> | 5,34 |

En cuanto a la ingesta semanal permitida para consumo humano de gasterópodos, relativizada a la CTM para cada especie, se recomienda una tasa de ingesta máxima de $1,92 \text{ g}$ para *B. globulosus* y $1,08 \text{ g}$ para *T. geversianus* teniendo en cuenta el consumo de todo su cuerpo y de 193 g para *B. globulosus* y 290 g para *T. geversianus* si se llegara a consumir sólo el pie. Para *O. magellanica* y *B. cochlidium* se sugiere una tasa de ingesta semanal máxima de $5,8 \text{ kg}$ y $1,45 \text{ kg}$ de pie, respectivamente.

5.5 DISCUSIÓN

TOXINA PARALIZANTE DE MOLUSCOS

El envenenamiento por Toxina Paralizante de Moluscos se asocia comúnmente al consumo de moluscos bivalvos filtradores que concentran toxinas a partir de dinoflagelados. Sin embargo, el cierre de pesquerías e intoxicaciones humanas se han dado también por elevadas concentraciones de TPM en organismos vectores no tradicionales de esta toxina, como los gasterópodos marinos (Deeds *et al.*, 2008). La ocurrencia de TPM en gasterópodos ha sido reportada en múltiples trabajos alrededor del mundo, siendo acumulada por consumidores secundarios, con hábitos tróficos herbívoros (Nagashima *et al.*, 1995; Reguera, 2002; Deeds *et al.*, 2008) o carnívoros (Kotaki *et al.*, 1981, 1985; Halstead y Schantz, 1984; Carreto *et al.*, 1996; Reguera, 2002; Shiu *et al.*, 2003; Ito *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2006; Hwang *et al.*, 2007; Cabrera Franquelo *et al.*, 2009; Deeds *et al.*, 2008). Asimismo, se ha reportado en gasterópodos carnívoros la ocurrencia de la toxina amnésica (Chen y Gu, 1995; Wekkel *et al.*, 1996). Los gasterópodos son capaces de acumular elevadas concentraciones de TPM, típicamente en la glándula digestiva y ello implica un gran riesgo para el humano debido a su consumo (Deeds *et al.*, 2008). Por ello, a nivel mundial se han empleado estrategias de manejo, planes de prevención y monitoreo de toxicidad en especies de interés comercial (Deeds *et al.*, 2008; Etheridge, 2010).

Desde que se implementaron los análisis de detección de toxinas en moluscos de norpatagonia a partir de 1990 mediante el “Monitoreo de Fitoplancton Tóxico y Toxicidad en Moluscos” en los golfos Nuevo y San José, se ha observado una periodicidad en el inicio de la toxicidad (desde finales del invierno/inicio de la primavera hasta el fin del verano/comienzo del otoño), encontrándose valores máximos de *Alexandrium tamarense* y produciendo vedas constantes de recolección de moluscos (Santinelli *et al.*, 2002). En el presente estudio, *Odontocymbiola magellanica* acumuló TPM en los órganos durante todo el año mientras que en el pie sobrepasó el límite de detección sólo en un mes de verano.

Buccinanops cochlidium acumuló TPM en sus órganos en primavera-verano superando las 400 UR sólo en diciembre, mientras que nunca se registró la presencia de TPM en el pie. En el caso de *Trophon geversianus*, acumuló TPM en sus tejidos principalmente en primavera y también en algunos meses del otoño pero nunca sobrepasó el límite de 400 UR. Esto muestra que la acumulación de TPM en los tejidos de estos gasterópodos coincide de manera temporal con las épocas de FAN en aguas del Golfo San José. De los datos obtenidos por la Subsecretaría de Pesca de Chubut de TPM en gasterópodos, en su monitoreo desde 2004 a 2011, se observa la estacionalidad de TPM, notando que los valores de concentración de toxinas que superaron el límite máximo de consumo ocurrieron en épocas de FAN (primavera-verano). La acumulación de TPM, sin embargo, se registró también en otoño-invierno pero sin sobrepasar el límite de 400 UR.

También se observa un patrón de localización geográfica de toxicidad en los gasterópodos, donde las zonas localizadas en el dominio Este del Golfo San José (Fracasso, Larralde, Bengoa y San Román) registraron los mayores valores de TPM. Solamente en 2006, se registraron valores de TPM en gasterópodos que sobrepasaron el límite máximo de consumo en diferentes playas de ambos dominios del golfo. Los dos dominios oceanográficos (Oeste-Este) del Golfo San José, presentan un elevado flujo vertical turbulento, favoreciendo el transporte de larvas desde el dominio Oeste hacia el Este en el cual son retenidas favoreciendo su asentamiento (Amoroso y Gagliardini, 2010; Amoroso *et al.*, 2011). Por lo tanto, sería de esperar que el menor flujo de aguas en el dominio Este favorezca la retención de dinoflagelados y una mayor disponibilidad de alimento fitoplanctónico para bivalvos, concentrando así una mayor cantidad de TPM.

En los gasterópodos, la TPM se concentra típicamente en la glándula digestiva, como en el murícido *Rapana venosa*, los nasáridos *Niotha clathrata* y *Zeuxis sufflatus*, los natícidos *Natica lineata*, *Natica vitelus* y *Polinicies didyma*, el bucínido *Buccinum undatum*, el ranélido *Argobuccinum* sp., entre otros (Halstead y Schantz, 1984; Shumway, 1995; Guzmán *et al.*, 2002; Ito *et al.*, 2004; Hwang *et al.*, 2007; Deeds *et al.*, 2008). Sin embargo, se han registrado especies que presentan una mayor concentración de toxinas en el tejido muscular, como en el abalón *Haliotis tuberculata* y el natícido *Lunatia heros* (Nagashima *et*

al., 1995; Deeds *et al.*, 2008). El volútido *O. magellanica* acumuló TPM en concordancia con la acumulación de TPM en otros gasterópodos de la misma familia. Por ejemplo, Carreto *et al.*, (1996) registraron una elevada concentración de TPM en los volútidios *Zidona dufresnei* y *Adelomelon brasiliiana* de las costas de Mar del Plata. Para el primero se registró una concentración de TPM en los órganos de 210 UR/g (=21000 UR/100 g) y en el pie de 25 UR/g (=2500 UR/100 g), mientras que para el segundo sólo se registró el valor de acumulación de TPM en el pie (1700 UR/100 g). Asimismo, Turner *et al.*, (2014) registraron máximas concentraciones de TPM en los órganos de *Z. dufresnei* (3131 µg/100 g) y bajas concentraciones en el pie de *Z. dufresnei* (383 µg/100 g) y de *Adelomelon beckii* (107 µg/100 g) capturados entre los 37°-43° S de la costa argentina. Así, se observa que *O. magellanica* del Golfo San José acumuló mucho menos TPM que los otros volútidios registrados en las costas de Mar del Plata, tanto en los órganos como en el pie. También, en *Z. dufresnei*, Carreto *et al.*, (1996) ponen de manifiesto la acumulación de TPM en la secreción de mucus de 17 UR/g (=1700 UR/100 g), mientras que Turner *et al.*, (2014) registraron concentraciones máximas de 731 µg/100 g. Este mucus puede proveer sobreestimaciones de la acumulación de toxinas si se compara con un análisis sobre el cuerpo entero de gasterópodos. Esa diferencia de concentración de TPM entre los diferentes tejidos resulta de un proceso de interconversión que sufren las toxinas durante su tránsito desde la glándula digestiva a otros tejidos y/o por una retención selectiva de STX en algunos tejidos (Carreto *et al.*, 1996). Dentro de la familia Nassariidae, los cuales son carnívoros y habitan fondos arenosos en donde la fuente de TPM suele ser abundante (Lin y Hwang, 2001), se reportan concentraciones muy bajas de 9 µg/ 100 g (=45 UR/100 g) en el cuerpo de *Nassarius* sp. en Washington (USA) (Shumway, 1995) mientras que para *Nassarius siguijorensis* en China se reportan concentraciones muy elevadas, alcanzando valores de 37000 UR/100 g (Li *et al.*, 1999). Se han producido numerosos casos de intoxicación y algunas muertes entre los años 2002 y 2004 en China al consumir *Nassarius festivus* conteniendo TPM (Choi *et al.*, 2006). En el caso de *B. cochlidium* del Golfo San José, las toxinas no fueron detectables en el pie, posiblemente debido a una baja o nula transferencia de TPM desde la glándula digestiva.

La variabilidad en la toxicidad es también función de las diferencias en los hábitos depredadores de las especies, de la adquisición diferencial de las toxinas por parte de cada individuo, de la disponibilidad de alimentos dentro de un área geográfica con presencia de FAN y de la lenta tasa de depuración que presentan los gasterópodos en comparación con otros moluscos (Shumway, 1995). El hábito alimentario y el hábitat de los gasterópodos sugieren que la fuente primaria de intoxicación por TPM está dada por el consumo de moluscos bentónicos filtradores o quistes de dinoflagelados asociados a sustratos donde se alimentan los gasterópodos herbívoros (Kotaki *et al.*, 1981). El análisis de TPM realizado en los gasterópodos del Golfo San José muestra que la fuente primaria de TPM podría ser los bivalvos presa. Las diferencias en la acumulación de TPM en los tejidos de los tres gasterópodos bajo estudio podrían estar directamente ligadas al tipo de alimentación de cada especie. Durante esta tesis, se registró a *O. magellanica* generalmente sobre o cerca de bancos de *A. tehuelchus*, *Panopea abbreviata* y *E. macha*, las cuales se suponen como sus presas principales (Bigatti *et al.*, 2010). Observando los valores elevados de TPM registrados por la Subsecretaría de Pesca en Playa Larralde (contigua a Playa Villarino) en las vieiras, podría explicarse la presencia de toxinas en los órganos de *O. magellanica*, notando además que los valores que sobrepasaron el límite máximo de consumo se dieron en el verano, época en la cual los valores de TPM en los tejidos de vieiras también eran muy elevados. Es importante notar que los órganos de *O. magellanica* siempre acumularon TPM, por lo que se puede inferir que estos gasterópodos podrían tener una muy lenta tasa de depuración pues en épocas sin FAN aún se presentaba TPM en sus tejidos. Debido a que *O. magellanica* es un depredador tope del bentos (Bigatti *et al.*, 2010), estaría adquiriendo continuamente toxinas a través de sus presas (bivalvos y gasterópodos). En la presente tesis, la mayor abundancia de *B. cochlidium* se observó en bancos o restos de conchas de las almejas *E. macha*, *Leukoma antiqua* y *Eurhomalea exalbida*, lo que permite inferir su preferencia por estos bivalvos (Averbuj, 2009). *L. antiqua* concentró TPM en los meses de primavera-verano, período en el cual a *B. cochlidium* se le registró TPM en sus órganos superando el límite máximo de consumo en el mes de diciembre, época en la cual también *L. antiqua* superó dicho límite.

Por ende, la acumulación de TPM podría estar asociada al consumo de estas presas. La acumulación de TPM en los tejidos de *B. cochlidium* también podría estar relacionada a la ingesta de carroña como cangrejos y restos de pescados (Averbuj, 2009) con acumulación de TPM. Los peces y crustáceos también son vectores de TPM debido a su transferencia en la cadena alimenticia (Deeds *et al.*, 2008). Muchos macrocrustáceos son capaces de acumular elevadas concentraciones de STXs transferidas por el consumo de bivalvos filtradores (Yasumoto *et al.*, 1981; Arakawa *et al.*, 1995; Oikawa *et al.*, 2002), mientras que los peces adquieren la STX por el consumo de zooplancton (Turiff *et al.*, 1995; Turner *et al.*, 2014). La ausencia de TPM en el pie de *B. cochlidium* durante todo el año, inclusive en los meses en que se acumuló TPM en los órganos, indicaría que la translocación de la TPM al tejido muscular es mínima o nula. En Chile, se ha registrado la acumulación de toxinas paralizantes en *T. geversianus* extraídos de áreas con florecimientos de *Alexandrium catenella* con valores de toxicidad de 30 a 5692 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (Guzmán *et al.*, 2002). Asimismo, en gasterópodos de esta misma familia de gran importancia como recursos pesqueros, como *Thais spp.* en USA, *Concholepas concholepas* en Chile y *Rapana venosa* en Japón, han sido detectadas la acumulación de toxinas (Shumway, 1995; Reguera, 2002; Ito *et al.*, 2004). En el Golfo San José se observó que *T. geversianus*, que consume los mitílidos de interés pesquero *Mytilus edulis* y *Aulacomya atra* del submareal rocoso, presentó baja o nula detección de TPM en todo el cuerpo, lo que podría indicar la no disponibilidad de TPM en los mitílidos parte de su dieta o quizás que la concentración de TPM en sus presas no es suficientemente elevada para que se acumule en sus tejidos. Se podría postular que este gasterópodo no sería un buen indicador de TPM. Este es el primer análisis de TPM en esta especie en Argentina, por lo que habría que compararlos con muestreos de otras localidades.

METALES TRAZA

Los niveles de Cadmio registrados en los tejidos de *O. magellanica*, *B. cochlidium*, *B. globulosus* y *T. geversianus* en el Golfo San José ponen de manifiesto la gran capacidad

de acumulación de este compuesto, como fue registrado en *B. globulosus* y *T. geversianus* en el Golfo Nuevo (Primost, 2014). La ausencia de concentración de Pb podría indicar que este metal no está disponible en el agua y en el sustrato. La acumulación y disponibilidad de metales en el sedimento depende de varios factores, entre los cuales se encuentran la granulometría, la cantidad de materia orgánica y el potencial redox, entre otros (Chapman *et al.*, 1998). Por lo tanto, una acumulación diferencial de metales entre especies puede estar relacionada a bajas o nulas concentraciones en el ambiente muestreado, estudio que no se realizó en esta tesis. La única referencia bibliográfica de concentración de Cd y Pb en sedimentos en el Golfo San José es de Harvey y Gil (1988) donde registraron 0,15 µg/g de Cd y 7,4 µg/g de Pb. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio de concentración de metales en sedimentos en cada playa de captura de gasterópodos para determinar las condiciones del medio con respecto a cada metal. Para el Cd, en todas las especies se registró una mayor concentración en los órganos, poniendo de manifiesto una mayor afinidad a estos tejidos o una incorporación diferencial desde el medio, probablemente debido a que es el principal órgano de detoxificación y actividad metabólica (Rainbow, 2007), con capacidad de acumular altos niveles de sustancias tóxicas (FAO, 2004). La elevada concentración de metales en los órganos podría explicarse también por la presencia de gránulos de almacenamiento, al igual que lo postula Primost (2014) por registrar elevadas concentraciones de Cd y Pb en la glándula digestiva de *Adelomelon ancilla*, *T. geversianus* y *B. globulosus* en Golfo Nuevo. Estos gránulos de almacenamientos son un mecanismo de acumulación de metales dentro de los tejidos (Cheung *et al.*, 2002). Primost (2014) sostiene que la concentración de Pb encontrada en el sustrato de algunas playas de Golfo Nuevo (entre 5,00 y 7,47 µg/g peso seco) estaría relacionado con la quema de combustibles por ser sitios portuarios. En el Golfo San José, la ausencia de Pb en los organismos puede deberse a una menor disponibilidad en el ambiente, por ser una zona de mucho menor tráfico marítimo que el Golfo Nuevo.

En el Golfo San José no existe información sobre acumulación de metales en gasterópodos, aunque existen trabajos realizados sobre los bivalvos comestibles *Aulacomya atra*, *Aequipecten tehuelchus* y *Mytilus edulis*. Para la vieira tehuelche se

registraron concentraciones en peso seco de Cd de 9,0-13,0 $\mu\text{g/g}$ y de Pb de 2,3-3,0 $\mu\text{g/g}$ mientras que en los mitílidos se registraron concentraciones en peso seco de Cd de 3,6-6,0 $\mu\text{g/g}$ y de Pb de 0,8-1,9 $\mu\text{g/g}$ (Gil *et al.*, 1988). La concentración de un metal traza en el peso húmedo de un organismo puede ser convertida a peso seco en forma aproximada, multiplicándola por un factor de 5 (USEPA, 2002). Así se puede estimar que, las determinaciones realizadas por Gil *et al.*, (1988) en el GSJ para la vieira tehuelche fueron de aproximadamente 1,8-2,6 $\mu\text{g/g}$ en peso húmedo para el Cd y aproximadamente 0,46-0,6 $\mu\text{g/g}$ en peso húmedo para el Pb, mientras que en los mitílidos fueron de aproximadamente 0,72-1,2 $\mu\text{g/g}$ en peso húmedo para el Cd y aproximadamente 0,16-0,38 $\mu\text{g/g}$ en peso húmedo para el Pb, superando en la vieira tehuelche el límite máximo de consumo propuesto para el Cd.

Estudios realizados sobre bivalvos en otros golfos patagónicos arrojan niveles elevados de Cadmio y Plomo. Así, en el Golfo San Matías se registraron concentraciones de Cd entre 2-5 $\mu\text{g/g}$ y de Pb de 1-4 $\mu\text{g/g}$ en *Brachidontes rodriguezii* (Vázquez *et al.*, 2007). En *Aequipecten tehuelchus* y *Mytilus edulis* de diferentes zonas de la costa de Chubut se registraron concentraciones de Cd de 6,6-14,5 $\mu\text{g/g}$ y 1,2-26,2 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, y concentraciones de Pb de 1,2-2,6 $\mu\text{g/g}$ y 1,3-17 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (Mohamed, 2008). En Puerto Madryn (Golfo Nuevo) se registró una concentración de Cd de 5,3-71 $\mu\text{g/g}$ y de Pb de 1,7-2,1 $\mu\text{g/g}$ en *Mytilus edulis* (Gil *et al.*, 1988) y en *Aulacomya atra* una concentración de 7 $\mu\text{g/g}$ y 1,7 $\mu\text{g/g}$ de Pb (Giarratano *et al.*, 2013). En el Golfo San Jorge se registró una concentración de Cd de 0,3-0,5 $\mu\text{g/g}$ y de 0,3-0,4 $\mu\text{g/g}$ de Pb en *M. edulis* y en *A. atra* una concentración de Cd de 0,09-0,2 $\mu\text{g/g}$ y de Pb 0,3-0,4 $\mu\text{g/g}$ (Marinho *et al.*, 2013). En las investigaciones citadas, algunos autores propusieron que elementos como el Cd bajo determinadas condiciones del medio como pH, salinidad o el potencial redox, puede volverse biodisponible para los organismos (Janssen *et al.*, 2003; Peakall y Burger, 2003; Rainbow, 2007). Los resultados de bioacumulación de Cd y Pb en los tejidos de gasterópodos bajo estudio difieren en gran medida de los de *Nacella magellanica* del Canal de Beagle (Tierra del Fuego), especie en la cual se registró una concentración de Cd y Pb de 8,22 $\mu\text{g/g}$ y 1,23 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (Conti *et al.*, 2012).

Así mismo, también difieren de la concentración de Cd (23,55 µg/g peso seco) encontrada en *N. magellanica* en Punta Ninfas (Chubut) (Bigatti *et al.*, en prensa). En este último estudio, no se detectó Pb en los tejidos de *N. magellanica*. La concentración de Cd y Pb determinados en esta tesis son similares a los encontrados por Primost (2014) en *T. geversianus* y *B. globulosus* en Golfo Nuevo y los encontrados por Bigatti *et al.*, (en prensa) en Punta Ninfas sobre *Tegula patagonica*, en la cual se registra 2,05 µg/g de Cd y Pb no detectable. Esta acumulación de Cd en los gasterópodos puede deberse a las presas consumidas, ya que éstas acumulan metales a partir de diversas fuentes puntuales en el sedimento y el agua (Primost, 2014) y a una disponibilidad natural en el ambiente (Gil com. pers.).

En cuanto a la calidad sanitaria para consumo humano en relación a la acumulación de metales, hay que considerar cuál es la parte consumible de cada especie. No se detectó Pb en el pie de todas las especies estudiadas en esta tesis, mientras que los niveles de Cd encontrados en este tejido para todas las especies son mucho menores que el límite máximo propuesto en el CAA. En cuanto a los órganos, en las cuatro especies bajo estudio registraron una acumulación de Cd que superaba el límite máximo, mientras que no se detectó Pb en esos tejidos. Esto indica que la parte muscular de estas especies son aptas para su consumo, en cuanto a la acumulación de metales se refiere, según la tasa máxima de ingesta semanal calculada. *B. globulosus* y *T. geversianus* son especies de las que se consumen el cuerpo entero. Debido a la elevada concentración de Cd en sus órganos, se sugiere no consumirlos enteros, pero si son consumidos, se recomienda no superar la tasa de ingesta semanal máxima determinada en este estudio (1,92 g para *B. globulosus* y 1,08 g para *T. geversianus*), asegurándose que la única incorporación de Cd al organismo sea por esta fuente. Sin embargo, esta cantidad es insignificante en términos alimenticios. Esto concuerda con lo expuesto por Primost (2014), donde no recomienda el consumo de *B. globulosus* y *T. geversianus* de Golfo Nuevo, a no ser que se consuma solamente el pie y en las cantidades semanales recomendadas: una persona de 65 kg podría comer 1 kg de pie de *B. globulosus* y 0,33 kg de *T. geversianus*.

CAPÍTULO 6:

DISCUSIÓN GENERAL

En esta tesis se abordó el estudio de gasterópodos comestibles en el Golfo San José (Chubut) evaluando su importancia como recurso alimenticio, determinando parámetros poblacionales, reproductivos y pesqueros, valorando el aporte que brinda a la dieta humana y el impacto negativo a la misma por contaminación o acumulación de sustancias nocivas. En esta evaluación se incluyeron cuatro especies consumibles que coexisten en dicho golfo, siendo tres de ellas capturadas actualmente por pescadores artesanales de la región patagónica. Así, el volútido *Odontocymbiola magellanica* y el nasárido *Buccinanops cochlidium* son las dos especies preferidas por pescadores artesanales debido a sus rendimientos y palatabilidad de su carne. El otro nasárido presente en las costas patagónicas, *Buccinanops globulosus*, es la tercera especie en elección por los pescadores del GSJ debido a su menor tamaño en comparación de las especies antes citadas. El murícido *Trophon geversianus* no es consumido en el litoral chubutense aunque podría ser considerada como un componente más en la pesca del “recurso caracol”, ya que presenta un mercado establecido en Chile (González *et al.*, 2007; SERNAPESCA, 2007).

Al utilizar trampas cebadas se registró la captura de gasterópodos carroñeros y la atracción hacia la carnada. Los gasterópodos que resultaron atraídos por el cebo ofrecido pertenecieron a la familia Nassariidae, al igual que sucede en otros lugares del mundo con esta familia (Narvarte *et al.*, 2007; Grati *et al.*, 2010; Averbuj *et al.*, 2014), mientras que las trampas no resultaron efectivas para las otras familias que habitan el Golfo San José debido a sus hábitos alimenticios. Para los volútidios, al no ser organismos carroñeros y por lo tanto no responder a una carnada ofrecida (Bigatti y Ciocco, 2008), la pesca sería inútil con este método de extracción. *T. geversianus* tampoco respondió al cebo pues tiene una alimentación carnívora sobre las restingas que habita, ingiriendo presas vivas (mitílidos). Sin embargo, algunos murícidos en otras regiones del mundo, como *Rapana venosa*, *Hexaplex trunculus* y *Bolinus brandaris*, son capturados mediante trampas respondiendo a algún cebo ofrecido (Saglam *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2008). Este tipo de método de extracción en gasterópodos no sólo es selectivo por especies, sino que la extracción final será selectiva por tallas según el tamaño de malla que se utilice.

Cualquier organismo menor al tamaño de malla será desechado indefectiblemente por ésta al levantar la captura. Por lo tanto y considerando la conservación del recurso, el tamaño de malla para la captura de gasterópodos carroñeros deberá ser mayor o igual que la talla mínima de madurez reproductiva (2,9 cm para *Buccinanops globulosus* y 8,2 cm para *Buccinanops cochlidium*).

Al realizar la prospección mediante círculos con radio definido, se logró registrar la presencia de cada especie por profundidades y el reconocimiento de la fauna acompañante. La densidad de cada especie determinada mediante este método, estuvo dentro del rango encontrado al realizar la prospección mediante bandas, bajo la cual se determinaron densidades mayores. Esta diferencia podría deberse a que el método por círculos se realizó por profundidades siguiendo una transecta ya establecida y no como se ha hecho para otras especies de gasterópodos en otras regiones del mundo, donde se utilizan diferentes longitudes de radio y no se fija una transecta sino que previamente se buscan fondos donde sea posible encontrar la especie de interés. Así, para gasterópodos de elevada importancia comercial como *Strombus sp.*, se ha realizado este tipo de estudios estableciendo círculos con radios que variaron entre 2,5 m y 30,5 m de longitud (Berg *et al.*, 1988; Stoner *et al.*, 1988; Stoner, 1989; Stoner y Sandt, 1992; Stoner y Ray, 1993) pero no se siguió ninguna transecta submareal sino que se realizaron sobre fondos en donde la especie fuera viable.

En el estudio de un recurso bentónico, es central el análisis de su abundancia y densidad para la evaluación de su stock (Orensanz *et al.*, 2006; Balán-Dzul y de Jesús Navarrete, 2011). En este sentido, se logró determinar la abundancia y densidad para las dos especies de gasterópodos (*O. magellanica* y *B. cochlidium*) más capturadas por pescadores artesanales del Golfo San José mediante la prospección de bandas submareales en diferentes zonas de extracción de bivalvos. No se realizó un estudio de abundancia y densidad de *B. globulosus* ni de *T. geversianus* debido a que son necesarios otros métodos, por ejemplo cuadrantes con área definida (González *et al.*, 2007; Avaca, 2010), en los sustratos en donde se localizan los especímenes.

La prospección mediante bandas revela la abundancia y densidad por zonas según lo observado, arrojando abundancias de cada especie según su distribución espacial. Así, se registraron las mayores abundancias y densidades de *O. magellanica* en la zona norte (Bengoa, Baliza Sarmiento y San Román) del dominio Este del Golfo San José, correspondiente a las playas de Bengoa, Baliza Sarmiento y San Román y en el extremo este del golfo al norte de Punta Conos (zona 4 de estudio), mientras que para *B. cochlidium* se registraron sus mayores abundancias y densidades en los extremos oeste y este del golfo (zonas 1 y 4 de estudio), correspondientes a La Tapera, Punta Mejillón por el oeste y El 39 y al sur de Punta Conos por el este. Estas zonas fueron exclusivas en el registro de elevadas densidades para cada especie mientras que en la parte sur del golfo (zona 3 de estudio), correspondiente a las playas de Larralde y Villarino, las abundancias fueron elevadas para los dos gasterópodos, al igual que en playa Fracasso (perteneciente a la zona 4 de estudio). Esto coincide con las encuestas realizadas a pescadores artesanales y buzos técnicos que trabajan en el GSJ. Además, los registros aportados por las campañas SANJO (1996-2013) fueron coincidentes en los registros de caracol a lo largo del golfo. La primera condición para que la pesca en un lugar ocurra debe ser la disponibilidad del recurso. La segunda condición es que el lugar donde se encuentre sea accesible y la tercera es que el arte de pesca sea el apropiado para efectivizar las extracciones en tal lugar (Orensanz *et al.*, 2006). La mayor abundancia de estas especies en los lugares del Golfo San José se asocia posiblemente a una mayor abundancia de organismos presa, como bivalvos y gasterópodos menores, que son favorecidos en su asentamiento debido a la mayor productividad que presenta el dominio Este del Golfo San José en relación al Oeste (Amoroso, 2012). Esto hace al dominio Este del golfo una región geográfica de gran productividad y, por lo tanto, una zona recomendada para la pesca de gasterópodos pues en muy pocos kilómetros hay grandes abundancias e importantes capturas de *O. magellanica* y de *B. cochlidium*. El pescador puede acceder por vía terrestre a playa Fracasso y desde allí navegar frente a la costa a baja profundidad hasta el norte de Punta Conos, trayecto que recorre una distancia aproximada de 17 km en línea recta. En los puntos geográficos de esta zona con grandes abundancias de *O. magellanica*, el

pescador extraería entre 4 kg y 5 kg de peso total en 15 minutos de marisqueo. Sabiendo que esta especie presenta un rendimiento (% del pie) promedio del 22 %, su captura equivaldrá a 1,1 kg de pie en 15 minutos de extracción. Este mismo razonamiento en *B. cochlidium* extrayéndolo de la zona con mayores abundancias (El 39) en el extremo oeste del golfo, donde se capturó en 15 minutos aproximadamente 10 kg de caracol y sabiendo que su rendimiento es del 25 %, su captura equivaldría a 2,5 kg de pie. Si el pescador quiere acceder a la parte norte del golfo para explotar *O. magellanica*, deberá ir por vía terrestre hasta playa Bengoa y desde allí recorrer por vía marítima 8 km aproximadamente hasta la zona de San Román y Baliza Sarmiento, o bien zarpar desde playa Larralde o Villarino, lugar de fácil acceso por vía terrestre y recorrer 20 km aproximadamente hasta esa zona del norte del golfo. En esa zona del golfo, la captura de *O. magellanica* estuvo cerca de los 13 kg de caracol en 15 minutos y su captura equivaldría a 2,86 kg de pie. En cuanto al dominio Oeste, el pescador zarparía desde el Riacho San José hasta Punta Mejillón a unos 4 Km en línea recta y extraería la misma cantidad en peso de *B. cochlidium* que la extraída en El 39. Pero como los ejemplares de Punta Mejillón resultaron de mayor longitud y mayor peso que los del dominio Este, a un pescador le convendría extraer esta especie desde el dominio Oeste pues tiene menores costos de transporte hasta esa zona desde Puerto Madryn. Sin embargo, esta pesca no debe ser localizada en una zona sino que con la oferta de zonas existentes debería generarse una rotación en la extracción de gasterópodos según plan de manejo (ver capítulo 8). La pesca localizada hace altamente vulnerable a stocks que dependen de poblaciones cerradas y aisladas (Orensanz, 1986).

En el GSJ se recomienda la pesca artesanal del recurso caracol mediante buceo, al igual que lo reportado por Bigatti y Ciocco (2008), siendo ésta selectiva al momento de la extracción. La talla de primera madurez reproductiva debería ser considerada de manera excluyente como un mínimo para su captura, definida según la talla al que las hembras alcanzan su madurez (Riestra *et al.*, 2000; Giménez y Penchaszadeh, 2003; Bigatti *et al.*, 2008; Averbuj *et al.*, 2010; Zabala *et al.*, 2013b). La talla de primera madurez de los machos de estas especies, al ser inferior que la de las hembras y al no tener dimorfismo

sexual externo, debería considerarse sólo como una información de referencia pero no condicionar a ésta la captura de la especie. Si se llegase a constituir la pesquería comercial de este recurso, se deberá tomar la talla mínima que Bigatti *et al.* (2008) y Averbuj *et al.* (2010) establecieron para *O. magellanica* (= 10 cm) y *B. cochlidium* (= 8,2 cm), respectivamente. Además, en esta tesis se determinó la talla de primera madurez sexual para *B. globulosus* (= 2,9 cm) y *T. geversianus* (= 3 cm), gasterópodos comestibles para los cuales este valor aún no estaba determinado. Bigatti (2005) y Averbuj (2009) proponen que al llegar a la madurez, a los ejemplares de *O. magellanica* y *B. cochlidium*, respectivamente, se los debería dejar participar en dos temporadas reproductivas consecutivas antes de ser capturados para asegurar así la progenie. Sobre esta medida expuesta por el sentido común, se deberían realizar estudios acerca de cuan significantes son las capturas sobre el stock adulto (ya reproductores), estudio que no se ha llevado a cabo en ninguna de las poblaciones de gasterópodos estudiadas.

En los moluscos, las fluctuaciones en su demanda energética debido a las variaciones en los procesos fisiológicos naturales son reguladas de manera compleja por factores endógenos de carácter bioquímico, que a su vez están influenciados por las condiciones externas ambientales (Barber y Blake, 2006). Factores ambientales influyen en la cantidad y calidad de los alimentos disponibles y regulan diversas actividades metabólicas, jugando un rol decisivo en los ciclos de almacenamiento de energía (Carrasco *et al.*, 2006). En las especies estudiadas en playa Villarino (GSJ), los porcentajes de cada componente bioquímico variaron probablemente dependiendo de las presas disponibles para su dieta, las que consumieron, y del estado del desarrollo gonádico que presenten estas presas, además de las condiciones del ambiente. La liberación de gametas está relacionada a una serie de factores endógenos o exógenos del organismo. Dentro de los factores exógenos, la temperatura parecer ser el más común de éstos, donde un cambio rápido de la misma es suficiente para la liberación de células reproductoras (Barber y Blake, 2006). La estacionalidad reproductiva registrada en esta tesis en todas las especies se relaciona posiblemente con la temperatura del agua y el fotoperíodo, como lo han postulado también diversos autores sobre gasterópodos de la

zona (Bigatti *et al.*, 2008; Averbuj, 2009; Cumplido *et al.*, 2010; Zabala, 2013; Averbuj *et al.*, 2014). El estudio del metabolismo energético en un organismo se ocupa de las formas en que la energía adquirida a partir del alimento se incorpora al ciclo gametogénico. Así, se sabe que los nutrientes son almacenados en la glándula digestiva y en el músculo en períodos de crecimiento a partir del alimento consumido (Barber y Blake, 2006). Los carbohidratos y proteínas en el músculo juegan un papel importante así como los lípidos almacenados en la glándula digestiva (Barber y Blake, 2006). Estas reservas pueden ser catabolizadas para apoyar al metabolismo de mantenimiento del organismo, cuando el alimento es escaso o hay producción de gametas, dependiendo del momento de la gametogénesis en relación con el suministro de nutrientes en la temporada (Barber y Blake, 2006). En los análisis bioquímicos realizados en las cuatro especies del Golfo San José, no se pudo proponer una relación directa entre los componentes (proteínas, lípidos y carbohidratos) en los órganos de depósito (glándula digestiva, gónada y pie) y la estacionalidad de la oviposición debido a que estos análisis se hicieron sobre un conjunto de órganos mezclados y, además, no se diferenciaron entre sexos. Sin embargo, se observó en todas las especies que el porcentaje de glucógeno y de proteínas en el pie evidenciaban aumentos en la época previa a la oviposición cuando la gónada se encontraba en crecimiento, actuando de reservorio de energía para posibles demandas en la reproducción (Barber y Blake, 1981; Pazos *et al.*, 1996; Berthelin *et al.*, 2000; Najmudeen, 2007). Asimismo, se registraron durante esta época elevados porcentajes de lípidos en los órganos (donde se supone que tanto la glándula digestiva como la gónada aportarán el mayor porcentaje) como resultado del crecimiento de sus gónadas (Barber y Blake, 1981). Los porcentajes de cada componente nutricional en la parte comestible de cada especie, ponen de manifiesto la disponibilidad de nutrientes para la dieta humana, observando que los músculos aportan niveles muy bajos de grasas, similar a otros gasterópodos (Jiménez-Arce, 1993; D'Armas *et al.*, 2010; Gharsallah *et al.*, 2010). Esta característica posiciona a estas especies como un recurso aprovechable rico en proteínas con niveles muy bajos en grasas.

En cuanto a la pesca de este recurso, considerando su aporte energético a la dieta y a sus variables reproductivas, como las épocas de cópula u oviposición, se tendría que proponer una época favorable para su pesca. En primera instancia, las especies no deberían ser explotadas en épocas de oviposición para no afectar la progenie. Sin embargo, este razonamiento es un tanto erróneo en especies iteróparas pues la clausura de las zonas de pesca en épocas de desove no necesariamente son efectivas como medidas de manejo (Orensanz, com. pers.), ya que la pérdida de potencial reproductivo en la población ocasionada por la captura de un individuo, es la misma independientemente que se lo remueva antes o después de un evento reproductivo (Shepherd, 1993). Si la mortalidad natural por pesca de una población permanece constante durante un año de extracción, la clausura de la misma en los meses de desove o en algún otro mes no resulta en un incremento de los sucesos reproductivos de la población (Arendse *et al.*, 2007). Sin embargo, si se llegase a implementar una explotación constante y comercial de las especies del Golfo San José, las temporadas reproductivas deberían considerarse en las extracciones, tomando como premisa que la pesca de individuos reproductores sí afectan al potencial reproductivo de cada población hasta que no se haga un estudio específico sobre este tema.

Los ensayos toxicológicos y determinaciones de metales traza que actualmente se realizan sobre todo el cuerpo de los gasterópodos sin discernir entre tejidos, arrojan un valor de detección erróneo al proponer medidas. Con respecto a la calidad sanitaria para consumo humano y considerando una pesca responsable del recurso caracol para la Provincia del Chubut, la detección de Toxina Paralizante de Moluscos, acumulación de metales traza y otros contaminantes debería ser realizada regularmente sobre la parte que se consume. Por lo tanto, es imprescindible que los controles sean realizados diseccionando cuidadosamente al animal para tratar de registrar un valor de TPM “preciso” así como también detectar la concentración de metales traza para el tejido consumible de cada especie de interés.

Las características biológicas de cada especie estudiada en esta tesis, su abundancia y densidad en las zonas de extracciones comerciales de bivalvos, el buen

complemento nutricional que representan para la dieta humana y la acumulación diferencial de sustancias nocivas que presentan entre diferentes órganos, las hacen un recurso aprovechable y de buena calidad nutricional. Sin embargo, podrían llegar a ser objeto de sobrepesca si no se implementa un correcto plan de manejo para su explotación.

CAPÍTULO 7:

**BASES PARA EL MANEJO DEL
RECURSO CARACOL EN EL GOLFO SAN
JOSÉ (CHUBUT)**

La explotación comercial de mariscos mediante buceo en el Golfo San José ha resultado una de las actividades productivas más significativas para la economía regional, en particular para Puerto Madryn y zonas de influencia (Ciocco, 1995). Esta actividad se ha desarrollado ininterrumpidamente durante 40 años, sobreviviendo a varias contingencias biológicas, económicas y políticas (Orensanz *et al.*, 2003). La pesca artesanal o de baja escala en el GSJ está bajo el marco jurídico de La Ley Provincial de Pesca Artesanal N° 4725, sancionada en 2001, donde en su Artículo 1° se dictamina “Declárese de interés provincial el desarrollo y promoción de la pesca artesanal a los efectos de proteger, defender y fortalecer las comunidades que de ella dependen. Las reglamentaciones que surjan de la presente Ley, deben asegurar los derechos tradicionales de las comunidades pesqueras a la pesca bajo jurisdicción provincial”. Este mandato expone que los beneficios sociales de la pesca artesanal pasan por los derechos tradicionales de las comunidades pesqueras, lo cual es consistente con el Código de Conducta para la Pesca Responsable, aprobada por la FAO en 1995 (Orensanz *et al.*, 2003). Para la Ley N° 4725 “la pesca artesanal marina es una actividad extractiva, efectuada por pescadores habilitados, que se ejerce en condición de persona física y mediante la acción directa, en forma habitual, individual o asociada, en funciones de patrón o tripulante, como así también de redero, marisquero, pescador de costa o buzo, mediante el empleo de artes de pesca y embarcaciones o sin ellas, en la práctica de tareas de captura o recolección de los recursos biológicos marinos”. Este mandato expone y define al usuario de la actividad en donde quedan excluidos de tal, eventuales propietarios de equipo que no participen de manera directa en la actividad extractiva (Orensanz *et al.*, 2003). Asimismo, la Ley en su Artículo 4° expone que “las zonas establecidas se sujetan a las excepciones previstas en la legislación vigente, en lo que respecta a áreas protegidas y espacios en régimen de concesión. La zona uno (1) incluye un área de pesca artesanal exclusiva en el Golfo San José”. Este mandato expone la exclusividad que presenta el Golfo San José en su utilidad pesquera para extracciones artesanales de sus recursos. Con esta Ley se ha creado el marco jurídico para la entrada limitada al Golfo San José en sus actividades extractivas, siendo precautoria en su espíritu, apuntando sus fundamentos a “establecer las condiciones

necesarias para facilitar el manejo responsable de los recursos pesqueros” (Orensanz *et al.*, 2003).

En la estructuración de un plan de manejo de un nuevo tipo de pesquería de invertebrados marinos, se reconocen tres fases que presentan su soporte en recomendaciones científicas. La fase 0 es la “colección y recopilación de la información existente” del recurso, entendiendo por esto a la síntesis de la información biológica y pesquera disponible; la fase 1 que representa “la colección de nueva información”, rotulada como información esencial por la falta o insuficiencia de la misma en el análisis de la fase 0 y la fase 2 que representa la “pesca para el comercio” en la cual se implementan las medidas o acciones de manejo propuestas y el monitoreo de las operaciones pesqueras (Perry *et al.*, 1999). Esta estructuración de medidas es realizada por científicos, sin embargo, en la implementación de un plan de manejo se requiere una fuerte interacción y colaboración entre éstos y todos los actores involucrados en el uso del recurso: pescadores, consumidores, entidades gubernamentales de pesca y medio ambiente y todo aquel para el que un recurso marino presente alguna utilidad (Perry *et al.*, 1999; Orensanz *et al.*, 2003; Orensanz *et al.*, 2007).

En orden de establecer medidas precautorias de manejo para una nueva pesquería de invertebrados marinos, la información debe considerar la biología básica de las especies de interés, técnicas para su pesca, consideraciones del ecosistema y experiencias de ese tipo de pesquería en otro lugar, donde además, la información biológica básica provee datos de sus hábitats, tallas poblacionales, composición de edad y características reproductivas y de productividad (Perry *et al.*, 1999). Cada especie de interés está clasificada dentro de cuatro tipos de recursos extraíbles basadas en consideraciones espaciales (Orensanz y Jamieson, 1998). Los gasterópodos marinos como recurso pesquero están clasificados como organismos bentónicos de reducida movilidad y limitada respuesta comportamental frente a un estímulo, con elevadas probabilidades de estructurarse como una metapoblación y reducidas unidades de stock a escala espacial (Orensanz y Jamieson, 1998).

Una de las medidas regulatorias en el manejo de un recurso (frecuentemente la primera en adoptarse), es la imposición de una talla límite, usualmente implementada como una talla mínima de captura pero que también puede incluir una talla máxima cosechable (Perry *et al.*, 1999). Luego de este límite de talla, a menudo se ha asumido que el apoyo en la evaluación de acciones reguladoras de un recurso debe orientarse hacia la producción de una estimación anual de la población explotable, a partir de la cual forma una captura total admisible (TAC, según sus siglas en inglés: *Total Allowable Catch*) o cuotas que se derivan de la estimación del stock bajo explotación (Perry *et al.*, 1999). Sin embargo, a pesar de que las cuotas son efectivas, la sustentabilidad de los recursos no puede garantizarse sólo con esto debido a que los errores inherentes en las evaluaciones pesqueras son muy grandes y, aun siendo correctas, el éxito de las cuotas depende de la calidad de fiscalización (Orensanz *et al.*, 2003). Además de estas medidas, se necesita una regulación del esfuerzo, donde en forma directa sobre la tasa de explotación se puede proceder a limitar el esfuerzo total pesquero mediante la clausura de áreas o tiempos que limitan la proporción del stock expuesto a un riesgo por su captura (Perry *et al.*, 1999). La regulación mediante clausuras en tiempo y espacio requiere la información obvia de la distribución del recurso en tiempo y espacio así como su vulnerabilidad a la cosecha (Perry *et al.*, 1999). La clausura rotacional es posible en especies con agregaciones discretas en su distribución, las cuales presentan una tasa de intercambio entre agregaciones mucho menor que la mortalidad provocada por la pesca (Caddy, 1993).

La Ley Provincial de Pesca Artesanal N° 4725, en su Artículo 19°, dictamina que “los productos de la pesca artesanal, como así también los locales y medios que se empleen para su transformación y comercialización, están sujetos a las normas sanitarias y bromatológicas, nacionales, provinciales y municipales de acuerdo a la Ley N° 23.899 de creación del Servicio Nacional de Sanidad Animal”. Por lo tanto, toda especie de gasterópodo extraída del Golfo San José, de implementarse como recurso alimenticio, deberá pasar por las normas sanitarias correspondientes a SENASA.

Para el establecimiento de la pesquería del recurso caracol en el Golfo San José, tendría que tenerse en cuenta la información suministrada en esta tesis. La estructura del

plan de manejo para estos recursos debería estar orientada en base a las medidas precautorias anteriormente citadas. Por lo que se sugiere las siguientes medidas:

1. La talla límite a imponer debería ser la talla mínima de madurez o, en su defecto, la talla mínima de oviposición, sabiendo que todas las especies aquí estudiadas presentan dispersión por ovicápsulas. En este sentido, se debe considerar para *Odontocymbiola magellanica* una talla mínima de captura de 10 cm (Bigatti, 2005; Bigatti *et al.*, 2008), para *Buccinanops cochlidium* una talla de 8,5 cm (Averbuj, 2009; Averbuj *et al.*, 2010), para *Buccinanops globulosus* una talla mínima de 3,5 cm (determinado en esta tesis) y para *Trophon geversianus* una talla mínima de captura de 3,5 cm (determinado en esta tesis). Todas las tallas anteriormente propuestas se basan en la talla de mínima madurez reproductiva.
2. Para establecer cuotas de captura se deben realizar estimaciones de la biomasa total a partir de evaluaciones mediante modelos matemáticos, los cuales requieren información del rango o distribución geográfica de las especies y la estructura espacial dentro de ese rango. Además, información de la vulnerabilidad por su capturabilidad teniendo en cuenta variaciones en tiempo y espacio (migraciones) y hábitats preferentes. Sobre esto, para *B. globulosus* y *T. geversianus* del Golfo San José, se tiene información que formaría parte de la fase 0 de una estructuración de un plan de manejo a partir de la realización de esta tesis (expuesta a lo largo del manuscrito) y para *O. magellanica* y *B. cochlidium* se tendría información dentro de la fase 1 pues han sido los más estudiados (Bigatti, 2005; Bigatti y Penchaszadeh, 2005; Bigatti y Carranza, 2007; Bigatti *et al.*, 2008, 2009, 2010; Averbuj, 2009; Averbuj y Penchaszadeh, 2008, 2010; Averbuj *et al.*, 2010). En cuanto a la fase 2, sería necesario determinar la estructura espacial de cada población de gasterópodo comestible.

3. Así mismo, realizar estudios de CPUE experimental en cada sitio posible de captura y seguirlos a través del tiempo para estudiar la vulnerabilidad de la especie a la extracción. Esto permitirá a futuro estipular clausuras en determinadas zonas que lleven a la rotación de áreas para que la captura de cada especie sea sustentable.
4. A pesar que teóricamente en este tipo de especies la extracción de individuos en la época reproductiva no afectan al stock explotable, la extracción en el GSJ debería ser en épocas no reproductivas para asegurar al máximo los eventos reproductivos y proteger a las ovicápsulas preservando así la progenie.
5. En la extracción de gasterópodos del GSJ, se debe tener en cuenta la periodicidad de las FAN y un seguimiento intensivo a lo largo del golfo, sin extrapolaciones de zonas. Esto sería un punto importante en el plan de manejo debido a que hace a la calidad sanitaria, lo que llevaría indefectiblemente a la rotación de áreas de pesca no sólo por la información obtenida de la dinámica poblacional sino por la presencia de FAN en zonas pesqueras de este golfo. A su vez, se deberían seguir realizando estudios de determinación de metales traza y contaminantes orgánicos en el cuerpo de los gasterópodos y en los sedimentos utilizados por éstos, poniendo énfasis a posibles fuentes o sumideros de contaminación.

La Ley Provincial de Pesca Artesanal N° 4725, en su Artículo 7°, expone que lo que un plan de manejo de cualquier recurso de zonas de pesca artesanal en Chubut debe considerar son aspectos descriptivos de áreas geográficas y especies biológicas, estudios biológico-pesqueros de los recursos, estrategias de aprovechamiento y mercado de los productos, delimitación de áreas y tiempos para el ejercicio de la pesca artesanal, regímenes de acceso a los recursos pesqueros con especificaciones de cupos de captura y especificaciones y precisa reglamentación de los sistemas de pesca y sus componentes, subrayando la prohibición del método de la pesca por arrastre. Este artículo demuestra la

importancia de la estructuración de un plan de manejo para un recurso teniendo una ley que lo ampare para su implementación. Lo expuesto en dicho artículo de La Ley N° 4725 corresponde a la información que debería brindar no sólo el ámbito científico sino el de los usuarios en general, para la implementación de medidas regulatorias. Las decisiones de manejo no están basadas solamente en el soporte científico con énfasis en la sustentabilidad ecológica, sino que también incluye valores sociales que son inevitablemente expuestos a presiones políticas y negocios de poder (Orensanz *et al.*, 2006). El reconocimiento de que los usuarios participen del proceso de manejo ha sido el cambio más importante en el manejo de una pesquería. Así es a lo que se ha popularizado con el término de “co-manejo”, el cual consta del manejo centralizado y del manejo comunitario. Manejo centralizado es la autoridad pesquera que dicta regulaciones en base a alguna combinación de criterios (políticos, administrativos, técnicos, etc.) y el manejo comunitario es aquel en el que las propias comunidades que son directas usuarias del recurso se hacen cargo del manejo (Berkes *et al.*, 1991; Pinkerton, 1994; Castilla y Defeo, 2001; Orensanz *et al.*, 2003; Carlsson y Berkes, 2005; Hilborn *et al.*, 2005). Esto ha sido logrado debido a que históricamente, un grave problema en todas las pesquerías es el acceso abierto a los recursos, donde no hay incentivos para la conservación de los mismos y logrando indefectiblemente la sobrepesca (Orensanz *et al.*, 2003). Por lo tanto, un acceso restringido y la co-administración de los recursos logrará que las organizaciones de pescadores tomen un rol fundamental en el manejo y cuidado de sus recursos (González *et al.*, 2007)

La ausencia de un sistema legal que garantice los derechos de pesca a un grupo definido de usuarios ha sido identificada como el principal factor conducente a la falta de sustentabilidad de las pesquerías (FAO, 2002). Chubut, no presenta la ausencia de un sistema legal, pues con la existencia de la Ley Provincial de Pesca ya se tiene un marco jurídico dentro del cual sostenerse. Actualmente, el Laboratorio de Reproducción y Biología Integrativa de Invertebrados Marinos del CENPAT está trabajando en conjunto con la Subsecretaría de Pesca de la Provincia del Chubut en la Mesa Técnica Zona 1 (MTZ1), con la finalidad de establecer un marco regulatorio para la pesca del recurso

caracol en las costas de Chubut. Este marco se sustenta en forma teórica en base a resultados expuestos en esta tesis y trabajos realizados sobre gasterópodos comestibles en los últimos 13 años (Giménez y Penchaszadeh, 2002, 2003; Giménez *et al.*, 2004, 2005; Bigatti, 2005; Bigatti y Carranza, 2007; Bigatti *et al.*, 2007, 2008, 2014; Bigatti y Ciocco, 2008; Averbuj, 2009; Cumplido, 2009; Pereyra *et al.*, 2009; Penchaszadeh *et al.*, 2009; Arrighetti y Penchaszadeh, 2010; Averbuj y Penchaszadeh, 2010; Cumplido *et al.*, 2010, 2011; Averbuj *et al.*, 2012, 2014; Zabala *et al.*, 2013a, b; Primost, 2014; Nieto Vilela, 2014). Mediante un plan estructurado que proteja la pesca artesanal bajo un marco legal, se podrá fomentar un nuevo tipo de pesquería y llevar a cabo un manejo responsable y sostenible en el tiempo.

CAPÍTULO 8:

CONCLUSIONES

- ✓ *Odontocymbiola magellanica*, *Buccinanops cochlidium* y *Buccinanops globulosus* son capturadas y consumidas en norpatagonia. *Trophon geversianus* podría ser consumida en un futuro inmediato.
- ✓ Para *B. globulosus* y *T. geversianus* se propone una talla mínima de captura mayor o igual a 3 cm.
- ✓ *O. magellanica* y *B. cochlidium* presentaron los mayores rendimientos de la parte comestible.
- ✓ Se confirma que la extracción manual mediante buceo de *O. magellanica*, *B. cochlidium* y *T. geversianus* respetando las tallas mínimas de captura, es la técnica con menor impacto sobre las comunidades bentónicas del Golfo San José.
- ✓ *B. globulosus* deberá ser capturada manualmente en el intermareal o por trampas cebadas en el submareal con malla superior a la talla mínima de captura.
- ✓ Las mayores abundancias de *O. magellanica* y *B. cochlidium* se registraron en el dominio Este del Golfo San José.
- ✓ Las mayores CPUE se registraron en playa San Román y en “El 39” (dominio Este) y en Punta Mejillón (dominio Oeste).
- ✓ El porcentaje de proteínas en los órganos y pie de los gasterópodos disminuyó en la época de oviposición.
- ✓ El porcentaje de lípidos y glucógeno en los órganos de los gasterópodos disminuyó a medida que transcurrió la temporada de oviposición y aumentó en el pie en la época de reposo reproductivo.
- ✓ El pie de *B. cochlidium* no acumuló TPM en ninguna estación del año, mientras que el pie de *O. magellanica* resultó apto para consumo durante todo el año, excepto en verano. Asimismo, el cuerpo entero de *T. geversianus* no superó el límite máximo de consumo en ninguna estación del año.

- ✓ Se recomienda continuar el monitoreo de TPM en el recurso caracol durante todo el año y en todas las zonas de pesca.
- ✓ Las poblaciones de gasterópodos resultaron libres de plomo y se detectó cadmio en pie y órganos de todas las especies, sin sobrepasar el límite máximo de consumo humano.
- ✓ El recurso caracol en el GSJ es factible de ser explotado comercialmente, pero se necesita una estricta regulación bajo un plan de manejo. Los lineamientos expuestos a lo largo de este trabajo, junto con otras medidas, podrían llegar a evitar el riesgo de sobreexplotación.

CAPÍTULO: 9

TRABAJOS DE DIVULGACIÓN DE LA

TESIS DE DOCTORADO

La presente tesis de doctorado, incluyó la realización de actividades de divulgación. Estas actividades tuvieron como finalidad dar a conocer a la comunidad las bases necesarias para la generación de un marco regulatorio en un nuevo tipo de pesquería de invertebrados bentónicos en la Provincia del Chubut. Los trabajos consistieron en la realización y presentación de un póster informativo sobre los caracoles comestibles en el Golfo San José en la IX Feria de Pescadores Artesanales de Puerto Madryn (Chubut), seguido de la organización de la actividad “Degustación de caracoles marinos” en el Cenpat Abierto de 2012, en donde pescadores artesanales especializados en la cocción y presentación culinaria de caracoles ofrecieron al público diversas recetas realizadas con *Odontocymbiola magellanica*.

La actividad mencionada fue el disparador para elaborar un póster interinstitucional informativo de especies comestibles de gasterópodos en el litoral chubutense (Figura 9.1), realizado por el Laboratorio de Reproducción y Biología Integrativa de Invertebrados Marinos (LARBIM, CENPAT-CONICET) en conjunto con la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), la Asociación de Pescadores Artesanales de Puerto Madryn (APAPM), el Ministerio de Salud de Chubut, el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRCh), la Red para el Fortalecimiento de la Maricultura Costera Patagónica y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Pesca de la Provincia del Chubut.

Para culminar las actividades de divulgación y transferencia, se propuso ante la Subsecretaría de Pesca de la Provincia del Chubut, la generación de un plan de manejo para la pesca del recurso caracol. Con esta finalidad se realizó una Reunión de Mesa Técnica Zona 1 (MTZ1) de Pesca Artesanal en la que participaron investigadores especializados del tema y personal de la Subsecretaría de Pesca de Chubut. La reunión se realizó el 22 de abril de 2014 y el acta de la misma se encuentra anexada desde la página 212, explicitando la discusión sobre la pesca de caracoles en el Golfo San José.

CARACOLES COMESTIBLES DE LOS GOLFOS NORPATAGÓNICOS

CARACOLES ACTUALMENTE COMERCIALIZADOS O CONSUMIDOS



Caracol Pie Negro
Buccinanops cochlidium

- **Hábitat:** fondos de arena entre 4 y 12 m de profundidad.
- **Alimentación:** bivalvos vivos y carroña.
- **Talla y peso promedio:** 9 cm, 70 g.
- **Reproducción:** por numerosas ovicápsulas (huevos) adheridas a su concha.
- **Captura:** talla mínima de captura recomendada de 9 cm, recolección manual por buceo.



Caracol Rojo
Odontocymbiola magellanica

- **Hábitat:** fondos mixtos de arena y rodados, entre 5 y 18 m de profundidad.
- **Alimentación:** moluscos vivos, principalmente almejas, vieiras, y otros caracoles.
- **Talla y peso promedio:** 15 cm, 280 g.
- **Reproducción:** por ovicápsulas (huevos) que adhiere a valvas vacías o pequeñas rocas.
- **Captura:** talla mínima de captura recomendada de 11 cm, recolección manual por buceo.



Caracol globoso
Buccinanops globulosus

- **Hábitat:** muy común en los intermareales de arena hasta los 6 m de profundidad.
- **Alimentación:** carroñero.
- **Talla y peso promedio:** 4 cm, 10 g.
- **Reproducción:** por numerosas ovicápsulas adheridas a su concha.
- **Captura:** talla mínima de captura recomendada de 4 cm, con trampas cebadas.

CARACOLES CON POTENCIAL DE COMERCIALIZACIÓN Y CULTIVO



Caracol Perforador
Trophon geversianus

- **Hábitat:** fondos duros, muy común en intermareales y hasta los 10 m de profundidad.
- **Alimentación:** carnívoro, perfora valvas de mejillones, mejillones y cholgas.
- **Talla y peso promedio:** 5 cm, 15 g.
- **Reproducción:** por numerosas ovicápsulas (huevos) adheridas a las rocas. En condiciones de cultivo puede poner una ovicápsula diaria durante un mes.



Lapa
Nacella magellanica

- **Hábitat:** fondos rocosos en el intermareal hasta los 5 m de profundidad, entre rocas y en grietas. Común en costas expuestas al mar abierto.
- **Alimentación:** herbívoro, algas pegadas sobre fondos duros.
- **Talla y peso promedio:** 3.5 cm, 12 g.
- **Reproducción:** por larvas de vida libre que se asientan en el fondo luego de desarrollarse.



Caracol Trompo
Tegula patagonica

- **Hábitat:** fondos rocosos del intermareal hasta los 10 m de profundidad, debajo de rocas, en grietas y en pozas de marea.
- **Alimentación:** herbívoro, micro y macro algas.
- **Talla y peso promedio:** hasta 3 cm, 3.5 g.
- **Reproducción:** por larvas de vida libre que luego de desarrollarse se fijan al fondo.

RECOMENDACIONES

- Extraer solo caracoles mayores a la talla mínima recomendada.
- Proteger todas las ovicápsulas (huevos).
- No extraer hembras portadoras de ovicápsulas (Pie Negro y Globoso)
- No consumir caracoles en época de veda por marea roja.
- Consultar siempre información de organismos oficiales antes de consumir mariscos.

Mariano Campesio, Anselita Awerth y Gregorio Bigatti. Laboratorio de Reproducción y Biología Integrativa de Invertebrados Marinos (LARBIM - CENPAT) www.larbim.com.ar









Figura 9.1. Póster interinstitucional informativo sobre especies de gasterópodos comestibles en las costas de Chubut.

ACTA DE REUNION de la Mesa Técnica Zona 1

Fecha: 22/05/2014.-

OBJETIVOS:

Discutir posibles modificaciones al reglamento de la Mesa Técnica Zona 1 para hacerlo más operativo, y la pertinencia de establecer medidas de manejo y conservación de especies de caracol (gasterópodos) en los Golfos Norpatagónicos.

HORA INICIO: 15:50 hs

DURACIÓN: 1:30 hs

LUGAR: Universidad Tecnológica Nacional - Puerto Madryn.

CONVOCANTE: Subsecretaría de Pesca (SSP)

COORDINADOR: Matías Soutric - mhsoutric@hotmail.com

MODERADOR: Soraya Corvalán

REDACTOR: Ana Cinti

ASISTENTES:

Subsecretaría de Pesca: S. Corvalán, M. Soutric, B. Apliche

Administradora de Península Valdes: F. Bovier

Representantes de Permisionarios: J. Ascorti, G. Mariño, J. Elizalde.

Investigadores del Centro Nacional Patagónico: J. Orensanz, G. Bigatti, A. Cinti.

Secretaria de Turismo y Áreas Protegidas: Ausente.

Sobre la pesca de Caracoles, G. Bigatti explica que desde el año 2000 vienen trabajando en estudios de ciclos de vida de distintas especies de caracol y más recientemente en otros aspectos (ej, estudios de contaminación en tejido de caracoles). Explica que los caracoles se consumen mucho en otros países (el caso de Chile) y aunque no hay una venta local importante aún, cree que puede aumentar su demanda. Por ejemplo, hay un mercado interesante de caracoles pequeños en Chile, caracoles como la Tegula se venden a 12 dolares el kg. Explica que tienen resultados de tallas mínimas para varias especies de caracol, varias especies viven hasta 20 años, ponen huevos desde los 8 años de edad y ponen pocos huevos, por lo que su explotación debe hacerse con mucho cuidado ya que son vulnerables a la sobrepesca de no trabajarse adecuadamente. Agrega que actualmente se pescan animales sin una regulación, por lo que los de menor tamaño pueden no haber puesto ovicápsulas (huevos) todavía. Su equipo de trabajo propone que se pesquen a partir de una talla que asegure una o dos reproducciones.

También experimentaron con cultivo de lapas y tegulas, lo que podría hacerse cultivo en acuario o en piletones. También hicieron estudios en metales pesados y encontraron cadmio que supera los límites permitidos en una especie de Golfo Nuevo y marea roja en el Gofu San José (algunos tienen en ciertos meses solamente, aunque en menor cantidad que en la vieira). Se podría plantear que se pueda pescar en meses en que no se pesca vieira, siempre con monitoreo de contaminantes (metales pesados) y marea roja. Han mapeado zonas de bancos de caracol en el golfo San José, y quisieran que esos resultados se usen para el manejo. También han realizado estudios de biomasa y CPUE. Explica que se pueden tirar trampas cebadas y en una hora pueden juntarse numerosos caracoles del genero *Buccinanops*, aunque deben sacarse los caracoles más grandes porque si se pescan los inmaduros, hay peligro de extinciones de poblaciones locales. Por ejemplo, el caracol rojo pone ovicápsulas a los 7 años recién y viven 20 años. En Rawson venden pulpa del rojo (solo el pie) a 120 pesos el kg. Puede haber mercado para estos recursos. Ya cuentan con información de tallas mínimas del G. San José y van a hacer lo mismo en el sur del San Matías. Explica que encontraron metales pesados en caracol *Buccinanops globulosus* del G. Nuevo, en los órganos, y en menor medida en el pie, en

zonas cercanas al muelle y hasta Cerro Avanzado. En las especies del golfo San José se han realizado estudios preliminares de metales, hallando niveles permitidos para el consumo.

El caracol negro (*Buccinanops globulosus*) presenta cadmio y se consume todo el cuerpo, aunque podría separarse el pie de los órganos. El caracol negro se podría pescar desde los 4 cm, pero se conoce que se comercializa desde los 2 cm. Cuenta Gregorio que en golfo Nuevo se hizo una pesca de caracol negro sin discriminar por tallas y al año siguiente se encontraron tallas aún más chicas, un ejemplo de lo sensibles que son. Esta especie pone ovicápsulas una vez al año.

Gregorio lo plantea como recurso complementario (a los caracoles en general), no se podría capturar en gran escala como el caso de la vieira. Es un recurso muy frágil.

F. Bovier propone hacer un reglamento general para cualquier persona con interés en pescar ese recurso (ej: pescadores recreativos, no solo pescadores artesanales), pero el mayor desafío es el control efectivo. Explica que el control es insuficiente en Península; la fiscalización *in situ* se complica por la dispersión territorial. Recientemente tuvo una reunión con Prefectura en relación al acampe, que solo se permite en Pto. Pirámides. Destaca que aunque a veces la autoridad de Turismo y la Administradora no funcionan coordinadamente, el mayor problema es la falta de control *in situ*. Se están generando situaciones con embarcaciones sin despacho y pidió a Prefectura que realicen fiscalización en la playa.

M. Soutric explica que todo el que pesca necesita tener un permiso de acuerdo a la Ley pesquera provincial, toda pesquería, comercial o no comercial. Que para el caso de la pesca deportiva marítima es anual y gratuito.

F. Bovier comenta que E. D'Alessandro le propuso abrir un 0800 para denuncias por pesca furtiva, y opina que de qué sirve que se haga la denuncia si luego no existen los medios para trasladarse al lugar. En esto fallamos todos, incluso el propio ciudadano. El desafío es cómo generamos una medida efectiva de manejo, controlable en la práctica.

J. Orensanz explica que el talón de Aquiles ha sido siempre la fiscalización, algo que ha sido reclamado en muchas reuniones a lo largo de décadas, teniendo un lugar como El Desempeño en donde podría controlarse por la facilidad de tener una única ruta de salida desde Península, siendo que el grueso de los recursos salen por esta vía.

M. Soutric recuerda que en reiteradas oportunidades los pescadores reclamaron el control en la costa, caer en la costa aleatoriamente y no todos los días, con eso sería suficiente o al menos ayudaría mucho.

Todos acuerdan que es necesario que el Estado destine recursos para organizar el control, que pongan una parte cada administración (Pesca, Turismo, Administradora, Prefectura) y se organice una estructura de control.

J. Orensanz agrega que hablar de colocar un 0800 o cartelaría parecen medidas inútiles, teniendo pesca furtiva con lanchas sin ninguna autorización en playa Bengoa por ejemplo.

F. Bovier agrega que el plan de manejo de península intentó regular el acampe pero nunca se implementó el control para ello. Algo parecido a la mesa técnica se hace en cada pretemporada del ANP de Península para organizarse para la temporada. Han llegado a contar hasta 800 personas por playa en un relevamiento fotográfico hecho en Pardelas, Larralde, Villarino y Gales, durante la temporada pasada.

Todos coinciden en que algunos turistas van más equipados que los propios pescadores, con compresor/bote, casilla rodante, sistema de refrigeración, vehículo doble tracción, etc.

En el Riacho se pesca con gancho el caracol, para no agacharse, comenta G. Mariño.

S. Corvalán explica que la MTZ1 elaborara un documento técnico, y la autoridad de aplicación necesita hacer un trabajo mancomunado para resolver la falta de fiscalización, que es un tema que no se podrá solucionar en esta MTZ1, pero si se pueden plantear

propuestas y recomendaciones de manejo tendientes a mejorar la fiscalización entre otras medidas o plantear la necesidad de ofrecer capacitaciones por ejemplo.

J. Elizalde pregunta a G. Bigatti si los caracoles se pueden cultivar. Gregorio explica que en el caso del caracol rojo el cultivo no sería viable porque comen moluscos vivos, sería más caro obtener su alimento que el rendimiento obtenido en carne. Las lapas y tegulas se alimentan de algas, y aunque han realizado experiencias de alimentación con biofilms, les falta estudiar el crecimiento que tendrían bajo cultivo y su rendimiento. Posiblemente rinda mas pescarlo que cultivarlo.

J. Orensanz sugiere retomar los documentos técnicos y que Gregorio elabore un documento con información sobre los caracoles. Agrega que todos sabemos que el mayor problema es la falta de fiscalización, y que los procesos de manejo suelen ser largos, fastidiosos y muy cambiantes, a veces se avanza y a veces se retrocede, pero de alguna manera las reuniones de la MTZ1 y los documentos técnicos contribuyen a despertar la atención respecto de ciertos temas y se logre avanzar. Agrega que el peligro del caracol es que hay un mercado fuerte en China y han venido desapareciendo los stocks en otras pesquerías de caracol (ej. en Brasil y Uruguay), y el mercado va en busca de nuevos caladeros.

M. Soutric pregunta qué tan factible es realizar una evaluación y establecer un cupo de captura.

J. Orensanz explica que la abundancia es muy difícil de estimar en este tipo de recursos y por ende, establecer un cupo. Las tallas mínimas son una medida robusta y con necesidad de fiscalización modesta. En el caracol la talla mínima es muy importante por su longevidad y por la edad de primera reproducción.

G. Bigatti plantea que hoy no están bajo sobrepesca pero el día de mañana puede suceder. Hay que generar conciencia en el turista también para que no dañe los caracoles con huevos. Algunas especies producen pocos huevos en cada reproducción y pasan varios años hasta poder reproducirse por primera vez. Explica también que la ventaja de

las trampas es que se dejan reposar y a las 2 horas está lleno de caracoles, después se debe seleccionar por tallas (usando un tamaño de malla acorde) y dejar las tallas menores en el agua.

Se acuerda que Gregorio elabore un documento técnico con información sobre estas especies, para su posterior difusión.

Gregorio propone además dar charlas a los pescadores para presentar la información y recoger sus opiniones.

M. Soutric agrega que pueden armarse propuestas con medidas que se plasmen en una resolución.

Hora de cierre de la reunión: 5:23 pm

22 = 5 = 2014

| | |
|---|--|
| Bouvier Federico <u>164311334</u> | genencio@peninsulavalles.org.ar Adm. Península Valles. |
| APRILE, Bruno <u>154920204</u> <u>154240478</u> | brunoapliche@gmail.com Sanatorio de Penco |
| MARCELO ELIZABETH <u>1541577531</u> | elizabethmarcelo@fibertel.com ASPC. DE PESCA. ART. Y BPC. CALLE OSORIO 1000 ES. PUNTALES SAN JOSÉ |
| ANA CINTI <u>15421551</u> | CENPAT cinti@campus.ady.uy |
| Lobo GREGORIO <u>15457678</u> | lobo@UWJ.edu.uy |
| GREGORIO HEATH <u>164533317</u> | gheath@ccofar.edu.uy |
| ELIZABETH JUAN JOSE <u>154352923</u> | elizabeth70@hotmail.com elizabeth70@hotmail.com |
| JOSE ASCORTI <u>154202818</u> | joseluisascorti@yahoo.com.ar |
| Sousa Corina | dg.coord.pesca@gmail.com |
| Soutric MARTA <u>15494708</u> | mhsoutric@netnudi.com |

CAPÍTULO 10:

BIBLIOGRAFÍA

- AEAP. 2009. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). México. 316 pp.
- Aguilera-Belmonte A., Inostroza I., Franco J. M., Riobó P. y Gómez P. I. 2011. The growth, toxicity and genetic characterization of seven strains of *Alexandrium catenella* (Whedon and Kofoid) Balech 1985 (Dinophyceae) isolated during the 2009 summer outbreak in southern Chile. *Harmful Algae*. **12**: 105-112.
- Akselman R., Benavides H. R., Negri R. M. y Carreto J. I. 1986. Observaciones sobre especies causantes de discoloraciones en el Mar Argentino. *Physis*. **44**: 73-74.
- Akselman R., Reguera B. y Lion M. 2008. HAB-MAPS of toxic marine microalgae in coastal and shelf waters of South America. *Proceedings of the 12th International Conference on Harmful Algae*. Pp 243-245.
- Aldana Aranda D. y Colás Marrufo T. E. 1993. Variación anual en los componentes bioquímicos de *Strombus gigas*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. **45**: 889-907.
- Alvarez M., Duffard M. V. R. y Ferino M. 2012. Situación actual de las zonas productivas de moluscos bivalvos de la Provincia de Chubut. Dirección de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 16 pp.
- Allmon W. D. 1990. A review of the *Bullia* group (Gastropoda: Nassariidae) with comments on its evolution, biogeography, and phylogeny. *Bulletin of American Paleontology*. **99(335)**: 1-179.
- Amoroso R. O. 2003. Heterogeneidad espacial en la dinámica de la metapoblación de vieira tehuelche (*Aequipecten tehuelchus*) del Golfo San José. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. 55 pp.
- Amoroso R. O. 2012. Dinámica poblacional de una metapoblación explotada y sus implicancias para el desarrollo de estrategias robustas de manejo: el caso de la vieira tehuelche (*Aequipecten tehuelchus*) del Golfo San José (Chubut, Argentina). Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue, Argentina. 193 pp.

- Amoroso R. O. y Gagliardini D. A. 2010. Inferring complex hydrographic processes using remote-sensed images: turbulent fluxes in the patagonian gulfs and implications for scallop metapopulation dynamics. *Journal of Coastal Research*. **26(2)**: 320-332.
- Amoroso R. O., Parma A., Orensanz J. M. y Gagliardini D. A. 2011. Zooming the microscope: medium-resolution remote sensing as a framework for the assessment of a small-scale fishery. *ICES Journal of Marine Science*. **68(4)**: 696-706.
- Anderson D. M., Alpermann T. J., Cebella A. D., Collos Y., Masseret E. y Montresor M. 2012. The globally distributed genus *Alexandrium*: multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health. *Harmful Algae*. **14**: 10-35.
- Andrade A. 2004. Brote de intoxicación por veneno paralizante de molusco. *Informe Técnico Departamento de Bromatología, Secretaría de Salud (Chubut)*. 5 pp.
- Andrinolo D., Santinelli N., Otaño V., Sastre V. y Lagos N. 1999. Paralytic shellfish toxins in mussels and *Alexandrium tamarense* at Valdes Peninsula, Chubut, Argentina: kinetics of a natural depuration. *Journal of Shellfish Research*. **18**: 203-209.
- AOAC. 1995. Paralytic Shellfish Poison, Biological Method, Final Action, Method 959.08. *In Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Natural Toxins*. Chapter 49. Pp 46.
- AOAC. 2000. Association of Analytical Communities (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales). www.aoac.org, año de acceso: 2013.
- Arakawa O., Noguchi T. y Onoue Y. 1995. Paralytic shellfish toxin profiles of xanthid crabs *Zosinus aeneus* and *Atergatis floridus* collected on reefs of Ishigaki Island. *Fisheries Science*. **61**: 659-662.
- Arendse C. J., Govender A. y Branch G. M. 2007. Are closed fishing seasons an effective means of increasing reproductive output? A per-recruit simulation using the limpet *Cymbula granatina* as a case history. *Fisheries Research*. **85**: 93-100.
- Arntz W. E., Gorny M., Soto R., Lardies M. A., Retamal M. y Wehrtmann I. S. 1999. Species composition and distribution of decapod crustaceans in the waters off Patagonia and Tierra del Fuego, South America. *Scientia Marina*. **63(1)**: 303-314.

- Arrighetti F. y Penchaszadeh P. E. 2010. Gametogenesis, seasonal reproduction and imposex of the edible giant marine snail *Adelomelon beckii* (Neogastropoda: Volutidae) in Mar del Plata, Argentina. *Aquatic Biology*. **9**: 63-75.
- Arroyo-Mora D. 2008. Características poblacionales del cambute, *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en el Parque Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica (1999-2003). *Revista de Biología Tropical*. **56(4)**: 113-124.
- Arularasan S., Lyla P. S., Kesavan K. y Ajmal Khan S. 2010. Recieps for the Mesogastropod – *Strombus canarium*. *Advance Journal of Food Science and Technology*. **2(1)**: 31-35.
- Asakawa M., Beppu R., Ito K., Tsubota M., Takayama H. y Miyazawa K. 2006. Accumulation of paralytic shellfish poison (PSP) and biotransformation of its components in oysters *Crassostrea gigas* fed with the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. *Journal of the Food Hygienic Society of japan*. **47(1)**: 28-32.
- ATSDR. 2013. Agency for toxic substances and disease registry: lead, cadmium, aluminium. U. S. Department of Health and Human Services. www.atsdr.cdc.gov, año de acceso: 2013.
- Avaca M. S. 2010. Estudio comparativo de la estructura demográfica y de las características biológicas del caracol *Buccinanops globulosus* en los golfos norpatagónicos. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, Argentina. 194 pp.
- Avaca M. S., Narvarte M. y Martín P. 2012. Size-assortative mating and effect of maternal body size on the reproductive output of the nassariid *Buccinanops globulosus*. *Journal of Sea Research*. **69**: 16-22.
- Avaca M. S., Narvarte M. y Martín P. 2013a. Age, growth and mortality in *Buccinanops globulosus* (Gastropoda: Nassariidae) from Golfo Nuevo (Argentina). *Marine Biology Research*. **9**: 208-219.
- Avaca M. S., Narvarte M., Martín P. y Van der Molen S. 2013b. Shell shape variation in the Nassariid *Buccinanops globulosus* in northern Patagonia. *Helgoland Marine Research*. **67(3)**: 567-577.
- Avaria S. 1976. Marea roja en la costa central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. **16(1)**: 95-111.

- Avaria S., Cáceres M., Muñoz P., Palma S. y Vera P. 1999. Plan nacional sobre floraciones de algas nocivas en Chile. *Documento realizado por el Grupo de Trabajo sobre Floraciones de Algas Nocivas (FAN)-Comité Oceanográfico Nacional, Chile*. 31 pp.
- Avendaño M., Catillán M., Baeza H. y Oliva M. 1996. Estructura de talla de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda: Thaididae) en desembarques de la región de Antofagasta. *Estudios Oceanológicos*. **15**: 11-15.
- Averbuj A. 2009. Biología reproductiva y aspectos de la ecología del caracol escalonado, *Buccinanops cochlidium* (Dillwyn, 1817) (Gastropoda: Nassariidae) de Golfo San José, Patagonia, Argentina. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 200 pp.
- Averbuj A. y Cremonte F. 2010. Parasitic castration of *Buccinanops cochlidium* (Gastropoda: Nassariidae) caused by a leprocreadiid digenean in San José Gulf, Argentina. *Journal of Helminthology*. **84**: 381-389.
- Averbuj A. y Penchaszadeh P. E. 2008. The genus *Buccinanops*: a model for eye loss in caenogastropods. *American Malacological Bulletin*. **26(1/2)**: 67-71.
- Averbuj A. y Penchaszadeh P. E. 2010. Reproductive seasonality, oviposition and development of the nassariid whelk *Buccinanops cochlidium* (Dillwyn, 1817) in Patagonia, Argentina. *Journal of Molluscan Studies*. **76**: 25:32.
- Averbuj A., Bigatti G. y Penchaszadeh P. E. 2010. Gametogenic cycle and size at first maturity of the patagonic edible snail *Buccinanops cochlidium* from Argentina. *Marine Biology*. **157**: 2229-2240.
- Averbuj A., Palomo G., Brogger M. I. y Penchaszadeh P. E. 2012. Diet and feeding of the nassariid *Buccinanops cochlidium* from North-Patagonia, Argentina. *Aquatic Biology*. **17**: 261-268.
- Averbuj A., Rocha M. N. y Zabala S. 2014. Embryonic development and reproductive seasonality of *Buccinanops globulosus* (Nassariidae) (Kiener, 1834) in Patagonia, Argentina. *Invertebrate Reproduction & Development*. **58(2)**: 138-147.

- Avila Poveda O. H. y Baqueiro Cárdenas E. R. 2006. Size at sexual maturity in the queen conch *Strombus gigas* from Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* N° 35. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR. Pp 223-233.
- Ayçaguer C. 2003. Anatomía de las volutas del Atlántico Sudoccidental, I: Anatomía general y del sistema reproductor de *Zidona dufresnei* (Donovan, 1823) (Neogastropoda: Volutidae). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*. **8**: 159-180.
- Babu A., Kesavan K., Annadurai D. y Rajagopal S. 2010. *Bursa spinosa* – A mesogastropod fit for human consumption. *Advance Journal of Food Science and Technology*. **2(1)**: 79-83.
- Babu A., Venkatesan V. y Rajagopal S. 2011. Fatty acid and aminoacid compositions of the gastropods *Tonna dolium* (Linnaeus, 1758) and *Phalium glaucum* (Linnaeus, 1758) from the Gulf of Mannar, Southeast coast of India. *Annals. Food Science and Technology*. **12(1)**: 159-163.
- Balán-Dzul V. y de Jesús Navarrete A. 2011. Densidad, abundancia y estructura poblacional del caracol blanco *Strombus costatus* en el Caribe mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. **46(1)**: 1-8.
- Balech E. 1964. El plancton de Mar del Plata durante el período 1961-1962 (Buenos Aires, Argentina). *Boletín N° 4 del Instituto de Biología Marina, Provincia de Buenos Aires*. 29 pp.
- Balech E. 2002. Dinoflagelados tecados tóxicos del cono sur americano. En: *Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. **4**: 123-124.
- Ballesteros F., García-Valencia C., Rueda M., Gómez K. y Mejía L. S. 2007. Abundancia y caracterización de la pesquería del caracol pala *Strombus gigas* (Mollusca: Strombidae) en el Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. *58th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Pp 372-376.

- Baqueiro Cárdenas E. R. 2004. Current state of molluscan resources of the Gulf of Mexico. In: *Environmental analysis of the Gulf of Mexico. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies Special Publication Series N° 1. Caso M., Pisanty I. y Ezcurra E. (eds.)*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (México), Instituto de Ecología, A. C. (México). Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University Corpus Christi.
- Barber B. J. y Blake N. J. 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **52**: 121-134.
- Barber B. J. y Blake N. J. 2006. Reproductive physiology. En: *Scallops: biology, ecology, and aquaculture (2da Edition)*. Shumway S. and Parsons G. J. (eds.), Elsevier Science Publishers. Pp 401-461.
- Baulde D. 2010a. Brote de Intoxicación por Veneno Paralizante de Molusco. Enero 2010. *Informe Departamento de Bromatología, Dirección de Salud Ambiental, Secretaría de Salud*. 7 pp.
- Baulde D. 2010b. Brote de Intoxicación por Veneno Paralizante de Molusco. Noviembre 2010. *Informe Departamento de Bromatología, Dirección de Salud Ambiental, Secretaría de Salud*. 3 pp.
- Baulde D. 2011. Brote de Intoxicación por Veneno Paralizante de Molusco. Diciembre 2010. *Informe Departamento de Bromatología, Dirección de Salud Ambiental, Secretaría de Salud*. 6 pp.
- Bayne B. L. 1976. Aspects of reproduction in bivalve mollusks. En: *Estuarine Processes, Vol 1. Uses, stresses and adaptation to the estuary*. Wiley M. (ed.), London Academic Press. Pp 432-448.
- Belisle B. W. y Stickle W. B. 1978. Seasonal patterns in the biochemical constituents and body component indexes of the muricid gastropod, *Thais haemastoma*. *Biological Bulletin*. **155**: 259-272.
- Beninger P. G. y Lucas A. 1984. Seasonal variation in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common

- habitat *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve). *Experimental Marine Biology and Ecology*. **79**: 19-37.
- Benkendorff K., Westley C. B. y Gallardo C. S. 2004. Observations on the production of purple pigments in the egg capsules, hypobranchial and reproductive glands from seven species of Muricidae (Gastropoda: Mollusca). *Invertebrate Reproduction & Development*. **46**: 93-102.
- Berg C. J., Couper F., Nisbet K. y Ward J. 1988. Stock assessment of queen conch, *Strombus gigas*, and harbor conch, *S. costatus* in Bermuda. In *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. **41**: 433-438.
- Berkes F., George P. J. y Preston R. J. 1991. Co-management: the evolution of the theory and practice of joint administration of living resources. *TASO Research Report, Second Series N° 1. Program for Technology Assessment in Subarctic Ontario, McMaster University*. Pp. 12-18.
- Berry J. P., Patrick M. G., Gibbs D. L. y Schmale M. C.. 2007. The zebrafish (*Danio rerio*) embryo as a model system for identification and characterization of developmental toxins from marine and freshwater microalgae. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part. C: Toxicology and Pharmacology*. **145(1)**: 61-72.
- Berthelin C., Kellner K. y Mathieu M. 2000. Storage metabolism in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in relation to summer mortalities and reproductive cycle (West Coast of France). *Comparative Biochemistry and Physiology*. **125B**: 359-369.
- Berthou P., Poutiers J. M., Gouilletquer P. y Dao J. C. 2009. Shelled molluscs. In: *Fisheries and Aquaculture. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO*. 1-19.
- Besozzi Rabaglioni, A. L. 2013. Impossex en el caracol invasor *Rapana venosa*. Tesis doctoral. Universidad de la República, Uruguay. 33 pp.
- Beukema J. J. y De Bruin W. 1979. Calorific values of the soft parts of the tellinid bivalve *Macoma balthica* (L.) as determined by two methods. *Journal of Experimental Biology and Ecology*. **37**: 19-30.

- Bigatti G. 2005. Anatomía, ecología y reproducción del caracol rojo *Odontocymbiola magellanica* (Gastropoda: Volutidae) en golfos norpatagónicos. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 178 pp.
- Bigatti G. y Carranza A. 2007. Phenotypic variability associated with the occurrence of imposex in *Odontocymbiola magellanica* from Golfo Nuevo, Patagonia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **87**: 1-5.
- Bigatti G. y Ciocco N. F. 2006. Los caracoles volútidos como recurso alternativo para la pesca artesanal de Chubut: disponibilidad y primeras sugerencias de manejo para pesquerías mediante buceo. *VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*. Puerto Madryn, Argentina.
- Bigatti G. y Ciocco N. F. 2008. Volutid snails as an alternative resource for artisanal fisheries in northern patagonic gulfs. Availability and first suggestions for diving catches. *Journal of Shellfish Research*. **27(2)**: 417-421.
- Bigatti G. y Penchaszadeh P. E. 2005. Imposex in *Odontocymbiola magellanica* (Caenogastropoda: Volutidae) in Patagonia. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*. **9(88)**: 371-375.
- Bigatti G., Penchaszadeh P. E. y Cledón M. 2007. Age, growth and somatic production in the Volutid Gastropod *Odontocymbiola magellanica* fom Golfo Nuevo, Patagonia, Argentina. *Marine Biology*. **150**: 1199-1204.
- Bigatti G., Marzinelli E. M. y Penchaszadeh P. E. 2008. Seasonal reproduction and sexual maturity of *Odontocymbiola magellanica* (Neogastropoda: Volutidae). *Invertebrate Biology*. **127(3)**: 314-326.
- Bigatti G., Primost M., Cledón M., Averbuj A., Theobald N., Gerwinski W., Amtz W., Morriconi E. y Penchaszadeh P. 2009. Biomonitoring of TBT contamination and imposex incidence along 4700 km of Argentinean shoreline (SW Atlantic: from 38S to 54S). *Marine Pollution Bulletin*. **58**: 695-701.
- Bigatti G., Giraud-Billoud M., Vega I.A., Penchaszadeh P.E. y Castro-Vazquez A. 2010. The calcified egg capsule of the Patagonian neogastropod *Odontocymbiola*

- magellanica*: Behavioral, morphological, and mineralogic correlates. *Journal of Molluscan Studies*. **76**: 279–288.
- Bigatti G., Giraud-Billoud M., Vega I. A., Penchaszadeh P. E. y Castro-Vazquez A. 2014. Embryonic development in the Patagonian red snail *Odontocymbiola magellanica* (Neogastropoda: Volutidae): Morphology and biochemistry. *Zoologischer Anzeiger*. **253**: 372-381.
- Bigatti G., Cumplido M. y Averbuj A. Gasterópodos de interés comercial en la Provincia del Chubut. *Informe Técnico Lapemar*. En prensa.
- Bjerregaard P. y Andersen O. 2007. Ecotoxicology of metals-sources, transport, and effects in the ecosystem. En: *Handbook on the Toxicology of Metals*. Nordberg G., Fowler B., Nordberg M. y Friberg L. (eds.). Elsevier. Pp 251-280.
- Blackmore G. y Morton B. 2002. The influence of diet on comparative trace metal cadmium, copper and zinc accumulation in *Thais clavigera* (Gastropoda: Muricidae) preying on intertidal barnacles or mussels. *Marine Pollution Bulletin*. **44**: 870-876.
- Blackmore G. y Wang W. 2004. Relationships between metallothioneins and metal accumulation in the whelk *Thais clavigera*. *Marine Ecology Progress Series*. **277**: 135-145.
- Blanco Metzler A. y Montero Campos M. 1992. Composición químico-nutricional de la carne de cambute, *Strombus costatus* (Mesogastropoda: Strombidae). *Revista de Biología Tropical*. **40(1)**: 89-93.
- Bökenhans V. D. 2014. Estimación de la edad y crecimiento de dos poblaciones de *Buccinanops globulosus* del Golfo Nuevo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. 53 pp.
- Boschi E. 1979. Geographic distribution of Argentinean marine decapods crustaceans. *Bulletin of the Biological Society of Washington*. **(3)**: 135-143.
- Bricelj V. M., Connell L., Konoki K., MacQuarrie S. P., Scheuer T., Catterall W. A. y Trainer V. L. 2005. Sodium channel mutation leading to saxitoxin resistance in clams increases risk of PSP. *Nature*. **434(7034)**: 763-767

- Brunet R. 1980. Un instrumento musical de la costa patagónica y su estudio musicológico por Clydwin Jones. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, N.S.* **14(1)**: 121-128.
- Bryan G. W., Waldichuk M., Pentreath R. J. y Darracott A. 1979. Bioaccumulation of marine pollutants [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences.* **286**: 483-505.
- Bryan G. W., Gibbs P. E., Hummerstone L. G. y Burt G. R. 1987. Cooper, zinc, and organotin as long-term factors governing the distribution of organisms in the fal estuary in Southwest England. *Estuaries.* **10(3)**: 208-219.
- Cabello A. M., Villaroel R., Figuera B., Ramos M. C., Marquez Y. y Vallenilla O. 2004. Parámetros de frescura de moluscos. *Revista Científica, FCV-LUZ.* **14(5)**: 457-466.
- Cabrera Franquelo F., Domínguez Picón F., Cruz-Conde de Boom R., Téllez Andrade A. y Quesada García G. 2009. Intoxicación paralítica por consumo de marisco. Nota clínica. *Emergencias.* **21**: 306-308.
- Caddy J. F. 1993. Background concepts for a rotating harvesting strategy with particular reference to the Mediterranean red coral, *Corallium rubrum*. *Marine Fisheries Review.* **55**: 10-18.
- Carcelles A. 1947. Mariscos de las costas argentinas. *Revista Argentina Austral.* Año XVIII, Números 186/187. 26 pp.
- Carlsson L. y Berkes F. 2005. Co-management: concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management.* **75**: 65-76.
- Carranza A. 2006. Large gastropod By-Catch in the hake fishery at the Argentinean-Uruguayan common fishing zone. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay.* **9(89)**: 61-67.
- Carranza A., de Mello C., Ligrone A., González S., Píriz P. y Scarabino F. 2010. Observations on the invading gastropod *Rapana venosa* in Punta del Este Maldonado Bay, Uruguay. *Biological Invasions.* **12**: 995-998.
- Carrasco C. A., Navarro J. M., y Leiva G. E. 2006. Composición bioquímica y peso de los tejidos de *Chorus giganteus* (Gastropoda: Muricidae) expuesto a diferentes dietas y

- temperaturas durante el acondicionamiento reproductivo. *Interciencia*. **31(5)**: 376-381.
- Carreto J. I. y Benavides H. R. 1993. World record of PSP in southern Argentina. *Harmful Algae News*. **5(2)**.
- Carreto J. I., Lasta M. L., Negri R. M. y Benavides H. R. 1981. Los fenómenos de marea roja y toxicidad de moluscos bivalvos en el Mar Argentino. *Contribución N° 399. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Mar del Plata, Argentina*. 101 pp.
- Carreto J. I., Benavides H. R., Negri R. M. y Glorioso P. D. 1986. Toxic red-tide in the Argentina Sea. Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in a frontal area. *Journal of Plankton Research*. **8(1)**: 15-28.
- Carreto J. I., El Busto C., Sancho H., Carignan M. O., Cucchi Coleoni A. D., De Marco S. G. y Fernández A. 1993. An exploratory analysis of the Mar del Plata shellfish toxicity area (1980-1990). In: *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Smayda T. J. and Shimizu Y. (eds.). *Proceedings of the Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton*. Newport, Rhode Island, USA. Elsevier, Amsterdam. Pp 377-382.
- Carreto J. I., El Busto C., Sancho H., Carignan M. O., Yasumoto T. y Oshima Y. 1996. Comparative studies on paralytic shellfish toxin profiles of marine snails, mussel and an *Alexandrium tamarense* isolate from the Mar del Plata coast (Argentina). *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero N° 10*. Pp 101-107.
- Carreto J. I., Montoya N. G., Cucchi Colleoni A. D. y Akselman R. 1998. *Alexandrium tamarense* blooms and shellfish toxicity in the Argentine Sea: a retrospective view. *Harmful Algae*. Pp 131-134.
- Carreto J. I., Akselman R., Benavides H., Montoya N. G. y Negri R. 2002. El proyecto "Marea Roja" del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). En: *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), *Instituto Español de Oceanografía*. Parte III, capítulo 9. Pp 209-216.

- Carriker M. R. y Gruber G. L. 1999. Uniqueness of the gastropod accessory boring organ (ABO): comparative biology, an update. *Journal of Shellfish Research*. **18(2)**: 579-595.
- Castellanos Z. J. A. de. 1967. Catálogo de moluscos bonaerenses. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas. **8**: 1-365.
- Castellanos Z. J. A. de. 1970. Reubicación de algunas especies de Volutidae del Mar Argentino. *Neotropica*. **16**: 1-4.
- Castellanos Z. J. A. de. y Landoni N. 1992. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. Neogastropoda, Volutidae. Volutomitridae. Cancellariidae. Olividae y Marginellidae. *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*. **10**. 43 pp.
- Castellanos Z. J. A. de y Landoni N. 1993. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. Neogastropoda, Muricidae y Thaisidae. *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*. **9**. 25 pp.
- Castilla J. C. 1995. The sustainability of natural renewable resources as viewed by an ecologist and exemplified by the fishery of the mollusk *Concholepas concholepas* in Chile. In: *Defining and Measuring Sustainability. The International Bank for Reconstruction and Development. Munasinghe. M. y Shearer W. (eds.). The World Bank, Washington D. C. USA*. Pp 153-159.
- Castilla J. C. y Becerra R. 1975. The shellfisheries in Chile: an analysis of the statistics 1960-1973. In: *Internacional Symposium on Coastal Upwelling Proceedings. Valle, J.C., (ed.). Coquimbo, Chile*. Pp 61-90.
- Castilla J. C. y Defeo O. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. **11**: 1-30.
- Castilla J. C., Manríquez P., Alvarado J., Rosson A., Pino C., Espóz, C., Soto R., Oliva D. y Defeo O. 1998. Artisanal "Caletas" as units of production and co-managers of benthic invertebrates in Chile. In: *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrates Stocks Assessment and Management. Jamieson, G. S. and Campbell,*

- A. (eds.). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. **125**: 407-413.
- Cernohorsky W. O. 1984. Systematics of the family Nassariidae (Mollusca: Gastropoda). Auckland Institute and Museum. Auckland, New Zealand. 356 pp.
- Ciocco N. F. 1991. Differences in individual growth rate among scallop (*Chlamys tehuelcha* (d'Orb.)) populations from San José Gulf (Argentina). *Fisheries Research*. **12**: 31-42.
- Ciocco N. F. 1992. Anatomía de la vieyra tehuelche, *Chlamys tehuelchus* (d'Orb.) (Pelecypoda, Pectinidae): valvas, ligamento y manto. *Neotropica*. **38(99)**: 21-34.
- Ciocco N. F. 1995. La marisquería mediante buceo en el golfo San José (Chubut, Argentina). Serie: *Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica, GEF-PNUD-FPN*. **2(1)**: 1-39.
- Ciocco N. F. 1999. Relevamiento y sistematización de información sobre mariscos de interés para la pesca artesanal en las costas de Chubut. *Consejo Federal de Inversiones-Provincia del Chubut. Technical Report*. 278 pp.
- Ciocco N. F. 2000. Recursos alternativos para la marisquería de Chubut: bivalvos infaunales y gastrópodos volútidos. *IV Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*. Puerto Madryn, Argentina.
- Ciocco N. F. y Orensanz J. M. 1997. Collapse of the Tehuelche Scallop (*Aequipecten tehuelchus*) Fishery from San Jose Gulf (Argentina). 11th International Pectinid Workshop, La Paz, Mexico.
- Ciocco N. F., Lasta M. L. y Bremec C. 1998. Pesquería de bivalvos: mejillón, vieiras (tehuelche y patagónica) y otras especies. En: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos*. E. Boschi (ed.), INIDEP. **2**: 143-166.
- Ciocco N. F., Lasta M. L., Narvarte M., Bremec C., Bogazzi E., Valero J. y Orensanz J. M. 2006. Scallops fisheries in Argentina. In: *Developments in aquaculture and fisheries sciences. Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Shumway S. and Parsons G. (eds.). Elsevier, Amsterdam. Pp 1251-1292.

- Cledón M., Arntz W. y Penchaszadeh P. E. 2005. Gonadal cycle in an *Adelomelon brasiliiana* (Neogastropoda: Volutidae) population of Buenos Aires province, Argentina. *Marine Biology*. **147**: 439-445.
- CONAPESCA. 2014. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México. <http://www.conapesca.gob.mx/wb/>, año de entrada: 2014.
- Conti M. E., Stripeikis J., Botré F., Tudino M. B. 2012. Trace metals intake of *Nacella* (P) *magellanica* from the Beagle Channel, Tierra del Fuego (Patagonia, Argentina). *International Journal of Environment and Health*. **6**: 84-91.
- Costas E. 1997. Red tides and toxic algal blooms: who's to blame? *Lagascaglia*. **19(1-2)**: 165-178.
- Cumplido M. 2009. Estacionalidad reproductiva y desarrollo embrionario del caracol *Trophon geversianus* en el intermareal de Punta Cuevas, Golfo Nuevo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. 75 pp.
- Cumplido M., Averbuj A. y Bigatti G. 2010. Reproductive seasonality and oviposition induction in *Trophon geversianus* (Gastropoda: Muricidae) from Golfo Nuevo, Argentina. *Journal of Shellfish Research*. **29**: 423-428.
- Cumplido M., Pappalardo P., Fernandez M., Averbuj A. y Bigatti G. 2011. Embryonic development, feeding and intracapsular oxygen availability in *Trophon geversianus* (Gastropoda: Muricidae). *Journal of Molluscan Studies*. **77**: 429-436.
- Cumplido M., Sastre V., Marino G., Sala L., Taibo P., Baulde D., Santinelli N., Díaz Ovejero S. y Bigatti G. 2012. Determinación de toxina paralizante de moluscos en gasterópodos marinos de interés comercial. *VIII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*. Comodoro Rivadavia, Argentina.
- Chapman P. M., Wang F., Janssen C., Persoone G. y Allen H. E. 1988. Ecotoxicology of metals in aquatic sediments: binding and release, bioavailability, risk assessment, and remediation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **55**: 2221-2243.

- Chen Y. Q. y Gu X. G. 1993. An ecological study of red tides in the East China Sea. In: *Smayda T. J. and Shimizu Y. (eds.). New York, Elsevier Science Publishers. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea.*
- Cheung S. G., Tai K. K., Leung C. K. y Siu Y. M. 2002. Effects of heavy metals on the survival and feeding behavior of the sandy shore scavenging gastropod *Nassarius festivus* (Powys). *Marine Pollution Bulletin*. **45**: 107-113.
- Choi M., Yu P., Hsieh D. y Lam P. 2006. Trophic transfer of paralytic shellfish toxins from clams (*Ruditapes philippinarum*) to gastropods (*Nassarius festivus*). *Chemosphere*. **64**: 1642-1649.
- D'Armas H., Yáñez D., Reyes D. y Salazar G. 2010. Composición de ácidos grasos de los caracoles marinos *Phyllonotus pomum* y *Chicoreus brevifrons* (familia Muricidae) provenientes de Punta Arena, estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. **58(2)**: 645-654.
- Darragh T. A. y Ponder W. F. 1998. Family Volutidae. In: *Beesley, P. L., Ross G. J. B. y Wells, A. (eds.). Mollusca: Southern Synthesis*. CSIRO Publishing: Melbourne. 5: 833-835.
- Davis M. y Stoner A. W. 1994. Trophic cues induce metamorphosis of queen conch larvae (*Strombus gigas* Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **180**: 83-102.
- de Jesús Navarrete A. y Oliva Rivera J. J. 1997. Densidad, crecimiento y reclutamiento del caracol rosado *Strombus gigas* L. (Gasteropoda: Strombidae) en Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*. **45(2)**: 797-801.
- de la Barra P., Giménez J., Knack de Almeida H. y Arrighetti F. 2014. Vitellogenesis and changes in lipid and protein content of oocytes of *Trophon geversianus* (Neogastropoda: Muricidae) in Golfo San José (Chubut, Argentina). *Helgoland Marine Research*. **68**: 179-185.
- de Mora S. J., King N. G. y Miller M. C. 1989. Tributyltin and total tin in marine sediments: Profiles and the apparent rate of TBT degradation. *Environmental Technology Letters*. **10**: 901-908.

- Deeds J. R., Landsberg J. H., Etheridge S. M., Pitcher G. C. y Watt Longan S. 2008. Non-traditional vectors for paralytic shellfish poisoning. *Marine Drugs*. **6**: 308-348.
- De Zwaan A. y Zandee D. I. 1972. The utilization of glycogen and accumulation of some intermediates during anaerobiosis in *Mytilus edulis* L. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **43B**: 47-54.
- Del Brio F. 2011. Determinación de TBT, factores de acumulación e imposex en el volútido *Odontocymbiola magellanica* en la Bahía Nueva, Chubut. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina. 102 pp.
- DINARA. 2009. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. República Oriental del Uruguay. <http://www.dinara.gub.uy>, año de acceso: 2009.
- EFSA. 2009. Scientific opinion on cadmium in food. European Food Safety Authority panel on contaminants in the food chain (CONTAM). *EFSA Journal*. **7(12)**. www.efsa.europa.eu/efsajournal, año de acceso: 2009.
- Eisler R. 2010. Molluscs compendium of trace metals and marine biota. Elsevier, Amsterdam. Pp 143-397.
- Elhasni K., Ghorbel M., Vasconcelos P. y Jarboui O. 2010. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae) in the Gulf of Gabès (Southern Tunisia). *Invertebrate Reproduction and Development*. **54(4)**: 213-225.
- Elhasni K., Vasconcelos P., Ghorbel M. y Jarboui O. 2013. Reproductive cycle of *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae) in the Gulf of Gabès (Southern Tunisia). *Mediterranean Marine Science*. **14(1)**: 24-35.
- Elías I. y Pereiro R. 2003. Estudios sobre la factibilidad de una pesquería artesanal con palangres en los golfos y costa de la Provincia del Chubut, Argentina. *Informe Técnico N° 55. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Mar del Plata, Argentina. 28 pp.*

- Escati-Peñaloza G., Parma A. M. y Orensanz J.M. 2010. Analysis of longitudinal growth-increment using mixed-effects models: individual and spatial variability in a clam. *Fisheries Research*. **105**: 91–101.
- Esteves. J.L., Solís M., Cejas J. y Vera R. 1986. Golfo San José - Resultados de las campañas oceanográficas 1984/1985. *Reporte presentado a la Administración de la Provincia del Chubut*. 13 pp.
- Esteves J. L., Santinelli N., Sastre V., Díaz R. y Rivas O. 1992. A toxic dinoflagellate bloom and PSP production associated with upwelling in Golfo Nuevo, Patagonia, Argentina. *Hydrobiology*. **242**: 115-122.
- Esteves J. L., Solís M., Gil M., Santinelli N., Sastre V., González Raies C., Hoffmeyer M. y Commendatore M. 1996. Dos bahías patagónicas: Bahía Nueva y Bahía Engaño. In: *Marcovecchio, J. (ed.). Pollution Processes in Coastal Environments*. Foundation Mar del Plata: 64-70.
- Etheridge S. 2010. Paralytic shellfish poisoning: seafood safety and human health perspectives. *Toxicon*. **56**: 108-122.
- Fabi G., Grati F., De Mauro M. y Polidori P. 2006. Spatial distribution and density of *Nassarius mutabilis* (L.) and *Nassarius reticulatus* (L.) in the maritime department of Ancona. *Biologia Marina Mediterranea*. **13(2)**: 240-241.
- Fabiano G., Riestra G., Delfino E. y Foti R. 2000. Consideraciones sobre la pesquería del caracol fino *Zidona dufresnei* (Mollusca, Gastropoda) en el Uruguay. Período 1996-1998. En: *Recursos Pesqueros No Tradicionales: Moluscos Bentónicos Marinos*. Ed. M. Rey. Proyecto INAPE-PNUD URU/92/003. ISBN 9974-563-13-5. 114-142.
- Fahy E. 2001. Conflict between two inshore fisheries: for whelk (*Buccinum undatum*) and brown crab (*Cancer pagurus*), in the southwest Irish Sea. *Hydrobiologia*. **465**: 73-83.
- Fairbrother A., Wenstel R., Sappington K. y Wood W. 2007. Framework for metals risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **68**: 145-227.

- Fang Z. Q., Cheung R. Y. H. y Wong M. H. 2001. Heavy metal concentrations in edible bivalves and gastropods available in major markets of the Pearl River Delta. *Journal of Environmental Sciences*. **13**: 210-217.
- FAO. 1998. The State of World Fisheries and Aquaculture 1996. Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO. 125 pp.
- FAO. 2002. International workshop on factors contributing to unsustainability and overexploitation in fisheries. February 4-8, Thailand. *Fisheries Report N° 672*. 173 pp.
- FAO. 2004a. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO Technical Reports Series N° 922*. World Health Organization. 176 pp.
- FAO. 2004b. Paralytic Shellfish Poisoning. En: *Marine biotoxins. Food and Nutrition Paper N° 80*. Pp 5-52.
- FAO. 2005. Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fisheries Technical Paper N° 457*. Marine Resources Service, Fishery Resources Division, FAO Fisheries Department. 14 pp.
- FAO. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. *WHO Technical Reports Series N° 935*. World Health Organization. 284 pp.
- FAO. 2012. Fisheries Topics: Resources. Recursos pesqueros. Topics Fact Sheets. Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO. www.fao.org, año de acceso: 2014.
- FAO. 2015. Producción y comercio mundial de productos pesqueros. Estadística de recursos pesqueros. Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-commodities-production/>, año de acceso: 2015.
- Fellenz N., Piñuel L., Boeri P., Fernández C., Barrio N. y Barrio D. 2014. Desarrollo de un nuevo bioensayo para detección de toxinas marinas en moluscos bivalvos utilizando el modelo del pez cebra (*Danio rerio*). Revista SNS publicación periódica científico-tecnológica. **4**: 39-43. www.revistasns.senasa.gob.ar
- Fernández M. L., Míguez A., Cacho E., Martínez A., Diogéne J. y Yasumoto T. 2002. Bioensayos con mamíferos y ensayos bioquímicos y celulares para la detección de

- ficotoxinas. En: *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. **3**: 77-120.
- Fiorda P., Trobbiani G. y Parma A. M. 2013. Relevamiento de bancos de vieira tehuelche en el Golfo San José - SANJO/2013. *Informe Técnico Lapemar N° 29. Provincia del Chubut*. 47 pp.
- Foale S. y Day R. 1997. Stock assessment of trochus (*Trochus niloticus*) (Gastropoda: Trochidae) fisheries at West Nggela, Solomon Islands. *Fisheries Research*. **33**: 1-16.
- Förstner U. y Wittman G. T. W. 1981. Metal Pollution in the Aquatic environment (2da Ed.) Springer-Verlag, Berlin. Pp 486.
- Fraga F. 1956. Determinación de glucógeno en moluscos con reactivo antrona. *Revista de Investigación Pesquera*. Pp 69-74.
- Gabbot P. A. 1983. Developmental and seasonal metabolic activity in marine molluscs. En: *The mollusca*. Hochacka P. W. (ed.), Academic Press New York. **2**: 165-217.
- Galap C., Netchitailo P., Leboulenger F. y Grillot J. P. 1999. Variations of fatty acid contents in selected tissues of the female dog cockle (*Glycymeris glycymeris* L., Mollusca, Bivalvia) during annual cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **122A**: 241-254
- Gallardo C. S. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Brugière) (Gastropoda, Muricidae). *Publicación Ocasional de Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile*. **16**: 3-16.
- Gallardo C. S. y Penchaszadeh P. E. 2001. Hatching mode and latitude in marine gastropodos: revisiting Thorson's paradigm in the southern hemisphere. *Marine Biology*. **138**: 547-552.
- García Suárez O. 2002. Temas de actualidad: Marea Roja (Parte I). *Actualidad Alimentaria. Boletín Informativo - OIRSA*. **1(5)**. 12 pp.
- Gayoso A. M. 2001. Observations on *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech and other dinoflagellate populations in Golfo Nuevo, Patagonia (Argentina). *Journal of Plankton Research*. **23(5)**: 463-468.

- Gharsallah I. H., Vasconcelos P., Zamouri-Langar N. y Missaouni H. 2010. Reproductive cycle and biochemical composition of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae) from Bizerte lagoon, northern Tunisia. *Aquatic Biology*. **10**: 155-166.
- Giarratano E., Gil M. N. y Malanga G. 2013. Assessment of antioxidant responses and trace metal accumulation by digestive gland of ribbed mussel *Aulacomya atra atra* from northern Patagonia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **92**: 39-50.
- Gibbs P. E. y Bryan G. W. 1994. Biomonitoring of Tributyltin (TBT) pollution using the imposex response of neogastropod molluscs. In: *Kramer K. J. M. (ed.) Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries, Boca Raton*. Pp 205-226.
- Giese A. C. y Pearse J. S. 1974. Acoelomate and pseudocoelomate metazoans, Vol 1. En: *Reproduction of marine invertebrates. Academic Press, New York*. 546 pp.
- Gil M. N., Harvey M. A. y Esteves J. L. 1988. Metal content in bivalve mollusks from the San José and Nuevo gulfs, Patagonia Argentina. *Marine Pollution Bulletin*. **19(4)**: 182-184.
- Giménez J. y Penchaszadeh P. E. 2002. Reproductive cycle of *Zidona dufresnei*. *Marine Biology*. **140**: 755-761.
- Giménez J. y Penchaszadeh P. E. 2003. Size and sexual maturity in *Zidona dufresnei* (Caenogastropoda: Volutidae) of the south-western Atlantic Ocean (Mar del Plata, Argentina). *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. **83**: 293-296.
- Giménez J., Brey T., Mackensen A. y Penchaszadeh P. E. 2004. Age, growth, and mortality of the prosobranch *Zidona dufresnei* (Donovan, 1823) in the Mar del Plata area, south-western Atlantic Ocean. *Marine Biology*. **145**: 707-712.
- Giménez J., Lasta M., Bigatti G. y Penchaszadeh P. E. 2005. Exploitation of the volute snail *Zidona dufresnei* (Donovan, 1823) in Argentine waters, South western Atlantic ocean. *Journal of Shellfish Research*. **24(4)**: 1135-1140.
- Gómez Otero J. 1995. Bases para una arqueología de la costa patagónica central (entre el Golfo San José y Cabo Blanco). *Arqueología*. **5**: 61-103.

- Gómez Otero J. 2006a. Dieta, uso del espacio y evolución en poblaciones cazadoras-recolectoras de la costa centro-septentrional de Patagonia durante el Holoceno medio y tardío. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 465 pp.
- Gómez Otero J. 2006b. Arqueología de la costa centro-septentrional de Patagonia Argentina. En: *Arqueología de la costa patagónica: perspectivas para la conservación – 1ª ed.* Cruz, I. y Caracotche, M. S. (eds.), Universidad Nacional de la Patagonia Austral. **4**: 72-80.
- Gómez Otero J., Lanata J. L. y Prieto A. 1998. Arqueología de la costa atlántica patagónica. *Revista de Arqueología Americana*. **15**: 107-185.
- Gómez-Campo K., Rueda M., García-Valencia C., Ballesteros F. y Mejía L. E. 2005. Densidad y distribución de la estructura poblacional de *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Strombidae) asociada a diferentes hábitats en el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario, Caribe colombiano. In *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. **58**: 399-406.
- González J., Daza E., Vargas C., Cortes C., Guzmán L., Miranda H., Vargas C. y Yannicell B. 2007. Diagnóstico para la administración y conservación del recurso caracol *Trophon* en Bahía Gente Grande, XII Región. *Informe Final Corregido – Proyecto FIP N°2004-47*. Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 186 pp.
- Goya A. B. y Maldonado S. 2014. Evolution of PSP toxicity in shellfish from the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Argentina): an overview. En: *Molluscan Shellfish Safety*. Sauvé G. (ed.). Springer, Netherlands. Capítulo 2. Pp. 15-23.
- Goya A. B., Turner A. y Goya R. G. 2014. Desarrollo de un enzimoimmunoensayo rápido para determinación de niveles de toxinas paralizantes en moluscos del Mar Argentino. *Revista SNS publicación periódica científico-tecnológica*. **3**: 40-47. www.revistasns.senasa.gob.ar
- Goya A. B., Turner A., Astiz M. y Goya R. G. 2015. Biotoxinas en moluscos del Mar Argentino: descripción de métodos rápidos de detección y resultados de medición. *Revista SNS publicación periódica científico-tecnológica*. **8**: 10-19. www.revistasns.senasa.gob.ar

- Grati F., Polidori P., Scarcella G. y Fabi G. 2010. Estimation of basket trap selectivity for changeable nassa (*Nassarius mutabilis*) in the Adriatic Sea. *Fisheries Research*. **101**: 100-107.
- Griffin M. y Pastorino G. 2005. The genus *Trophon* Monfort, 1810 (Gastropoda: Muricidae) in the Tertiary of Patagonia. *Journal of Paleontology*. **79**: 296-311.
- Gros P. y Santarelli L. 1986. Méthode d'estimation de la surface de pêche d'un casier à láide d'une filière expérimentale. *Oceanologica Acta*. **9(1)**: 81-87.
- Gust M., Buronfosse T., Geffard O., Coquery M., Mons R., Abbaci K., Giamberini L. y Garric J. 2011. Comprehensive biological effects of a complex field poly-metallic pollution gradient on the New Zealand mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray). *Aquatic Toxicology*. **101**: 100-108.
- Gutiérrez R. M. y Gallardo C. S. 1999. Prey attack, food preference and growth in juveniles of the edible muricid snail, *Chorus giganteus*. *Aquaculture*. **174**: 69-79
- Guzmán L., Pacheco H., Pizarro G. y Alarcón C. 2002. *Alexandrium catenella* y veneno paralizante de los mariscos en Chile. En: *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. Parte III, capítulo 11. Pp 235-256.
- Hallegraeff G. M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*. **32(2)**: 79-99.
- Halstead B. W. y Schantz E. 1984. Paralytic shellfish poisoning. *WHO offset Publication N° 79*. World Health Organization. Geneva, Switzerland. 59 pp.
- Harasewych M. G. 1984. Comparative anatomy of four primitive muricacean gastropods: implications for trophonine phylogeny. *American Malacological Bulletin*. **3(1)**: 11-26.
- Harasewych M. G. 1998. Family Nassariidae. In: *Mollusca: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Beesley P. L., Ross G. J. B. y Wells A. (eds.). CSIRO Publishing. Melbourne. Pp 829-831.

- Hart A. y Gorfine H. K. 1997. Abundance estimation of blacklip abalone (*Haliotis rubra*) II. A comparative evaluation of catch-effort, change-in-ratio, mark-recapture and diver-survey methods. *Fisheries Research*. **29(2)**: 171-183.
- Harvey M. A. y Gil M. N. 1988. Concentrations of some trace elements in recent sediments from the San José and Nuevo gulfs, Patagonia Argentina. *Marine Pollution Bulletin*. **19**: 394-396.
- Hilborn R., Orensanz J. M. y Parma A. M. 2005. Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **360**: 47-57.
- Himmelman J. H. 1988. Movement of whelks (*Buccinum undatum*) towards a baited trap. *Marine Biology*. **97**: 521-531.
- Hobday A. J. y Tegner M. J. 2000. Status review of White abalone (*Haliotis sorenseni*) throughout its range in California and Mexico. *NOAA Technical Memorandum*. NOAA-TM-NMFS-SWR-035. US Department of Commerce.
- Hobday A. J., Tegner M. J. y Haaker P. L. 2001. Over-exploitation of a broadcast spawning marine invertebrate: Decline of the white abalone. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. **10**: 493-514.
- Huchette S. M. H. y Clavier J. 2004. Status of the ormer (*Haliotis tuberculata* L.) industry in Europe. *Journal of Shellfish Research*. **23(4)**: 951-956.
- Huchette S. M., Koh C. S. y Day R. W. 2003. Growth of juvenile blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in aquaculture tanks: effects of density and ammonia. *Aquaculture*. **219(1)**: 457-470.
- Hwang P., Noguchi T. y Hwang D. 2007. Paralytic shellfish poison as an attractant for toxic snails. *Fisheries Science*. **73**: 202-207.
- Idaszkin Y. L., Márquez F. y Nocera A. C. 2013. Hábitat-specific shape variation in the carapace of the crab *Cyrtograpsus angulatus*. *Journal of Zoology*. **290**: 117-126.
- Ito K., Asakawa M., Beppu R., Takayama H. y Miyazawa K. 2004. PSP-toxicification of the carnivorous gastropod *Rapana venosa* inhabiting the estuary of Nikoh River, Hiroshima Bay, Hiroshima Prefecture, Japan. *Marine Pollution Bulletin*. **48**: 1116-1121.

- Iversen E. S., Rutherford E. S., Bannerot S. P. y Jory D. E. 1987. Biological data on Berry Islands (Bahamas) queen conchs, *Strombus gigas*, with mariculture and fisheries management implications. *Fishery Bulletin*. **85(2)**: 299-310.
- Janssen C. R., Heijerick D. G., Schamphelaere K. A. C. D. y Allen H. E. 2003. Environmental risk assessment of metals: tools for incorporating bioavailability. *Environmental International*. **28**: 793-800.
- Jester R., Rhodes L. y Beuzenberg V. 2009. Uptake of paralytic shellfish poisoning and spirolide toxins by paddle crabs (*Ovalipes catharus*) via a bivalve vector. *Harmful Algae*. **8**: 369-376.
- Jiménez-Arce G. 1993. Chemical and nutritional composition in the marine snail *Strombus gracilior* (Mesogastropoda: Strombiade) of various sizes and sexes in Playa Panama, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. **41(3A)**: 345-349.
- Katsanevakis S. 2005. Abundance and spatial distribution of the Mediterranean scallop, *Pecten jacobaeus*, in a marine lake. *Fisheries Research*. **76**: 417-429.
- Katsanevakis S. 2007. Density surface modeling with line transect sampling as a tool for abundance estimation of marine benthic species: the *Pinna nobilis* example in a marine lake. *Marine Biology*. **152**: 77-85.
- Khati W., Ouali K., Mouneyrac C. y Banaoui A. 2012. Metallothioneins in aquatic invertebrates: their role in metal detoxification and their use in biomonitoring. *Energy Procedia*. **18**: 784-794.
- Kideys A. E. 1993. Estimation of the density of *Buccinum undatum* (Gastropoda) off Douglas, Isle of Man. *Helgolander Meeresuntersuchungen*. **47**: 35-48.
- Kideys A. E., Nash R. D. M. y Hartnoll R. G. 1993. Reproductive cycle and energetic cost of reproduction of the neogastropod *Buccinum undatum* in the Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **73**: 391-403.
- Kotaki Y., Oshima Y. y Yasumoto T. 1981. Analysis of paralytic shellfish toxins of marine snails. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. **47(7)**: 943-946.

- Kotaki Y., Oshima Y. y Yasumoto T. 1985. Bacterial transformation of paralytic shellfish toxins in coral reef crabs and a marine snail. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. **51(6)**: 1009-1013.
- Lagos, N. 2002. Principales toxinas de origen fitoplanctónico: identificación y cuantificación mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). En: *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. Parte I, capítulo 2. Pp 55-76.
- Lagos N. 2003. Paralytic shellfish poisoning phycotoxins: occurrence in South America. *Comments on Toxicology*. **9**: 175-193.
- Lapointe V. y Sainte-Marie B. 1992. Currents, predators, and the aggregation of the gastropod *Buccinum undatum* around bait. *Marine Ecology Progress Series*. **85**: 245-257.
- Lasta M. L., Ciocco N. F., Bremec C. S. y Roux A. M. 1998. Moluscos Bivalvos y Gasterópodos. En: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos*. E. Boschi (ed.), INIDEP. **2**: 115-142.
- Lasta M. L., Roux A. M. y Bremec C. S. 2000. Caracoles marinos de interés pesquero. Moluscos gasterópodos volútidos. *INIDEP Informe técnico* **31**: 1-13.
- LCILO. 2003. Laboratorio Costero de ILO. Identificación y delimitación de bancos naturales de recursos bentónicos en el litoral de la región Moquegua. Instituto del Mar del Perú. 117 pp.
- Leiva G. E. y Castilla J. 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of catches, management and the Chilean experience. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. **11**: 283-300.
- Lem A., Bjorndal T. y Lappo A. 2014. Economic analysis of supply and demand for food up to 2030 – Special focus on fish and fishery products. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular N° 1089*. Rome, FAO. 106 pp.
- Li Y., Jia X., Yang M., Zhong Y., Quan G., y Fan P. 1999. Paralytic shellfish poison in contaminated shellfish along coast of China. *Tropic Oceanology*. **19**: 90-96.

- Lin S. J. y Hwang D. F. 2001. Possible source of tetrodotoxin in the starfish *Astropecten scoparius*. *Toxicon*. **39**: 573-579.
- Litaay M. y De Silva S. 2003. Spawning season, fecundity and proximate composition of the gonads of wild-caught blacklip abalone (*Haliotis rubra*) from Port Fairy waters, south eastern Australia. *Aquatic Living Resources*. **16**: 353-361.
- Lodeiros C., Maeda-Martínez A., Freitas L., Uribe E., Lluch-Cota D. y Sicard M. 2001. Ecofisiología de pectínidos Iberoamericanos. En: *Moluscos pectínidos de iberoamérica: ciencia y acuicultura*. Maeda-Martínez AN (ed.). Linusa. México. Pp 77- 8.
- Logothesis E. A. y Beresoff D. A. 2004. Viability of a conch pot fishery in South East North Carolina. North Carolina Sea Grant Project 02-FEG-17.
- Louzao M. C., Rodríguez Vieytes M., García Cabado A., Vieites Baptista J. M. y Botana L. M. 2003. A fluorimetric microplate assay for detection and quantitation of toxins causing paralytic shellfish poisoning. *Chemical Research in Toxicology*. **16(4)**: 433-438.
- Lovrich G. A., Perroni M., Vinuesa J. H., Tapella F., Chizzini A. y Romero M. C. 2002. Occurrence of *Lithodes confundens* (Decapoda: Anomura) in the intertidal of the Southwestern Atlantic. *Journal of Crustacean Biology*. **22(4)**: 894-902.
- Lowry O. H., Farr A. L., Rosebrough N. J. y Ryall R. J. 1951. Protein measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *Food Science*. **193**: 265-275.
- Luzzato D. 2006. The biology and ecology of the giant free egg capsules of *Adelomelon brasiliiana* Lamarck, 1811 (Gastropoda: Volutidae). *Malacologia*. **49(1)**: 107-119.
- MAGyP. 2015. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/subsecretaria_de_pesca/, año de acceso: 2015.
- Manzano N. B. y Aldana Aranda D. 1998. Variación estacional de lípidos en varios tejidos del cambute *Strombus gigas* (Mesogastropoda: Strombidae), en Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*. **46(3)**: 655-660.

- Marinho C. H. 2011. Evaluación de la presencia de metales pesados en sedimentos y organismos de la Zona Norte del Golfo San Jorge. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 59 pp.
- Marinho C. H., Gil M. N. y Esteves J. L. 2013. Distribution and origin of trace metals in sediments of a marine park (Northern San Jorge Gulf) from Argentina. *Marine Pollution Bulletin*. **72**: 260-263.
- Masó M. y Garcés E. 2006. Harmful microalgae blooms (HAB): problematic and condition that induce them. *Marine Pollution Bulletin*. **53**: 620-630.
- Mason R. P. 2013. Trace metals and organisms: Essential and toxic metals, organometallics, microbial processes, and metal bioaccumulation. *Trace Metals in Aquatic Systems*. Blakwell Publishing Ltd. Pp 370-421.
- Mathieu M. y Lubet P. 1993. Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves – a brief review. *Invertebrate Reproduction and Development*. **23**: 123-129.
- McGarvey R., Mayfield S., Byth K., Saunders T., Chick R., Foureur B., Feenstra J., Preece P. y Jones A. 2008. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **65**: 1931-1944.
- McQuinn I. H., Gendron L. y Himmelman J. H. 1988. Area of attraction and effective area fished by a whelk (*Buccinum undatum*) trap under variable conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **45**: 2054-2060.
- McShane P. E. 1995. Estimating the abundance of abalone: the importance of patch size. *Marine Freshwater Research*. **46**: 657-662.
- McShane P. E., Mercer S. F. y Naylor J. R. 1994. Spatial variation and commercial fishing of New Zealand abalone (*Haliotis iris* and *H. australis*), New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research*. **28(4)**: 345-355.
- Meador J. P. 2000. Predicting the fate and effects of tributyltin in marine systems. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. **166**: 1-48.
- Medina D., Goya A. B. y Rozas C. 2014. Molluscan shellfish safety in South America. En: *Molluscan Shellfish Safety*. Sauvé G. (ed.). Springer, Netherlands. Capítulo 4. Pp. 39-46.

- Mianzan H. W., Pájaro M., Machinandarena L. y Cremonte F. 1997. Salps: posible vectors of toxic dinoflagellates?. *Fisheries Research*. **29**: 193-197.
- Miloslavich P., Sanchez-Antelo C. J. M. y Penchaszadeh P. E. 2003. Desarrollo embrionario y contenido proteico del líquido intracapsular de *Adelomelon ancilla* (Lightfood, 1786) (Caenogastropoda: Volutidae). *V jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*. Mar del Plata, Argentina.
- Mohamed N. N. 2008. Evaluación de la concentración de metales pesados en moluscos bivalvos, material particulado y sedimentos de la zona costera del Chubut. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. 113 pp.
- Mohan A., Kripa V. y Mohamed S. 2012. Stock assessment and management options for whelks along south-eastern Arabian Sea. *Indian Journal of Fisheries*. **59(3)**: 69-76.
- Montoya N. G. y Carreto J. I. 2007. Informe sobre mortandad de aves marinas ocurrida en las costas de Chubut (noviembre de 2006), asociada a la presencia de toxinas paralizantes de moluscos. *Informe Técnico INIDEP*. 8 pp.
- Montoya N. G., Akselman R., Franco J. y Carreto J. I. 1996. Paralytic shellfish toxins and mackerel (*Scomber japonicas*) mortality in the Argentine Sea. *Harmful and Toxic Algal Blooms. IOC of UNESCO*. Pp 417-420.
- Morais S., Boaventura D., Narciso L., Ré P. y Hawkins S. J. 2003. Gonad development and fatty acid composition of *Patella depressa* Pennant (Gastropoda: Prosobranchia) populations with different patterns of spatial distribution, in exposed and sheltered sites. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **294**: 61-80.
- Moreno C. A., Lunecke K. M. y López M. I. 1986. The response of an intertidal *Concholepas concholepas* (Gastropoda) population to protection from Man in southern Chile and the effects on benthic sessile assemblages. *Oikos*. **46**: 359-364.
- Morton B. y Britton J. C. 2003. The behavior and feeding ecology of a suite of gastropod scavengers at Watering Cove, Burrup Peninsula, Western Australia. En: *The Marine Flora and Fauna of Dampier, Western Australia*. F. E. Wells, D. I. Walker y D. S. Jones (eds.). Western Australian Museum, Perth. Pp 1-19.

- Murray S. N., Gibson Denis T., Kido J. S. y Smith J. R. 1999. Human visitation and the frequency and potential effects of collecting on rocky intertidal populations in southern California marine reserves. *Reports of California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*. **40**: 100-106.
- Nagabhushanam R. y Mane U. H. 1978. Seasonal variation in the biochemical composition of *Mytilus viridis* at Ratnagiri on the west coast of India. *Hydrobiologia*. **57(1)**: 69-72.
- Nagashima Y., Arakawa O., Shiomi K. y Noguchi T. 1995. Paralytic shellfish poisons of ormer, *Haliotis tuberculata*, from Spain. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*. **36(5)**: 627-631.
- Najmudeen T. M. 2007. Variation in biochemical composition during gonad maturation of the tropical abalone *Haliotis varia* Linnaeus 1758 (Vetigastropoda: Haliotidae). *Marine Biology Research*. **3**: 454-461.
- Narvarte M. A. 2006. Biology and fishery of the whelk *Buccinanops globulosum* (Kiener, 1834) in northern coastal waters of the San Matias Gulf (Patagonia, Argentina). *Fisheries Research*. **77**: 131-137.
- Narvarte M., González R. y Filippo P. 2007. Artisanal mollusk fisheries in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina): An appraisal of the factors contributing to unsustainability. *Fisheries Research*. **87**: 68-76.
- Narvarte M. A., Willers V., Avaca M. S. y Echave M. E. 2008. Population structure of the snail *Buccinanops globulosum* (Prosobranchia, Nassariidae) in San Matias Gulf, Patagonia Argentina: Isolated enclaves? *Journal of Sea Research*. **60**: 144-150.
- Nash W. J. 1993. Trochus. En: *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. Wright A. y Hill L. (eds.). *Institute of Pacific Studies*. Pp 451-497.
- Nashimoto K., Suzuki K., Takagi T., Motomatsu K. y Hiraishi T. 1995. Selectivity of traps for whelks *Neptunea arthritica*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. **61**: 525-530.

- Navarro E., Iglesias J. I. P. y Larrañaga A. 1989. Interannual variation in the reproductive cycle and biochemical composition of the cockle *Cerastoderma edule* from Mundaca Estuary (Biscay, North Spain). *Marine Biology*. **101**: 503-511.
- Neuman M., Tissot B. y Van Blaricom G. 2010. Overall status and threats assessment of black abalone (*Haliotis cracherodii* Leach, 1814) populations in California. *Journal of Shellfish Research*. **29(3)**: 577-586.
- Nieto-Bernal R. A., Rodríguez A., Chasqui L., Castro E. y Gil-Agudelo D. L. 2011. Distribución y abundancia de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano. *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- INVEMAR. Subsecretaría de Pesca de la Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Serie de Documentos Generales de INVEMAR N° 46*. Santa Marta, Colombia. 32 pp.
- Nieto Vilela R. A. 2014. Composición proximal y toxina paralizante de moluscos en los gasterópodos con potencial pesquero *Nacella magellanica* y *Tegula patagonica* de Norpatagonia. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. 80 pp.
- Oikawa H., Fujita T., Satomi M., Suzuki T., Kotana Y. y Yano Y. 2002. Accumulation of paralytic shellfish poisoning toxins in the edible shore crab *Telmessus acudites*. *Toxicon*. **40**: 1593-1599.
- Olavarría Contreras Y. A. 2007. Determinación de trazas de Cadmio en cholga *Aulacomya ater*, chorito *Mytilus chilensis* y ostra chilena *Ostrea chilensis* en la zona de Chiloé Hueihue, Valdivia (Chile). Tesis de licenciatura. Universidad Austral de Chile. 117 pp.
- Orensanz J. M. 1986. Size, environment, and density: the regulation of a scallop stock and its management implications. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. **92**: 195-227.
- Orensanz J. M. y Jamieson G. S. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. En: *Proceedings of the North Pacific*

- Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Jamieson G. S. and Campbell A. (eds.). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 125: 441-460.*
- Orensanz J. M., Parma A. M. y Hall M. A. 1998. The analysis of concentration and crowding in shellfish research. En: *Jameson G. S. and Campbell A. (eds). Proceedings of the North Pacific: Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 125: 143-158.*
- Orensanz J. M., Parma A. M. y Ciocco N. F. 2003. Programa de entrada limitada para la pesca comercial de mariscos mediante buceo en el Golfo San José. *Documento Técnico N° 9, Comisión Técnica DGIMPC-CENPAT-APAPM. 29 pp.*
- Orensanz J. M., Parma A. M., Jerez G., Barahona N., Montecinos M. y Elias I. 2005. What are the key elements for the sustainability of “S-Fisheries”? Insights from South America. *Bulletin of Marine Science. 76(2): 527-556.*
- Orensanz J. M., Parma A. M., Turk T. y Valero J. 2006. Dynamics, assessment and management of exploited natural populations. En: *Scallops: biology, ecology, and aquaculture (2da Edition). Shumway S. and Parsons G. J. (eds.), Elsevier Science Publishers. Pp 765-868.*
- Orensanz J. M., Parma A. M., Ciocco N. y Cinti A. 2007. Achievements and setbacks in the commercial diving fishery of San Jose Gulf, Argentina Patagonia. In: *Fisheries Management: Progress Towards Sustainability. McClanahan T. and Castilla J. C. (eds.), Blackwell Publishing. Pp 68-88.*
- Ortega Puch B. J. 2009. Caracterización de la pesquería de caracol en Seybaplaya, Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Campeche. 62 pp.
- Park H. H., Millar R. B., An H. C. y Kim H. Y. 2007. Size selectivity of drum-net traps for whelks (*Buccinum opisoplectum dall*) in the Korean coastal waters of the East Sea. *Fisheries Research. 86: 113-119.*
- Parma A. M., Amoroso R., Loto L., Quiroga P., de Garín N. y Orensanz J. M. 2008. Relevamiento de bancos de vieira tehuelche en el golfo San José – SANJO/2008. *Informe Técnico Lapemar N° 24. Provincia del Chubut. 40 pp.*

- Pastorino G. 2005. A revision of the genus *Trophon* Montfort, 1810 (Gastropoda: Muricidae) from southern South America. *The Nautilus*. **119**: 55-82.
- Pastorino G., Penchaszadeh P. E., Schejter L., Bremec C. 2000. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Mollusca: Muricidae): A new gastropod in south atlantic waters. *Journal of Shellfish Research*. **19**: 897-899.
- Pazos A. J., Ruíz C., García-Martín O., Abad M. y Sánchez J. L. 1996. Seasonal variations of the lipid content and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* cultured in El Grove, Galicia, N.W. Spain. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **114B(2)**: 171-179.
- Peakall D. B. y Burger J. 2003. Methodologies for assessing exposure to metals: speciation, bioavailability of metals, and ecological host factors. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **56**: 110-121.
- Peck L. S. y Culley M. B. 1990. Structure and density of *Haliotis tuberculata* populations around the coast of Jersey, Channel Isles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **70(1)**: 67-75.
- Penchaszadeh P. E. 1976. Reproducción de gasterópodos prosobranquios del Atlántico suroccidental. El género *Trophon*. *Physis*. 35: 69-76.
- Penchaszadeh P. E., Sánchez Antelo C. J. M., Zabala S. y Bigatti G. 2009. Reproduction and imposex in the edible snail *Adelomelon ancilla* from northern Patagonia, Argentina. *Marine Biology*. **156**: 1929-1939.
- Peralta A. C. 2012. Ecología, reproducción y amenazas potenciales concernientes a *Voluta musica* (Caenogastropoda-Volutidae) en el Noreste de la Península de Araya, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 158 pp.
- Pereya P., Narvarte M. y Martín M. R. 2009. Notes on oviposition and demography of a shallow water population of the edible snail *Zidona dufresnei* (Caenogastropoda: Volutidae) living in San Antonio Bay (northern Patagonia, Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **89(6)**: 1209-1214.
- Pérez Pérez M. y Aldana Aranda D. 2000. Distribución, abundancia y morfometría de *Strombus costatus*, *Turbinella angulata*, *Busycon contrarium* y *Pleuroploca*

- gigantea* (Mesogasteropoda: Strombidae, Turbinellidae, Neptuneidae y Fasciolaridae) en Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*. **48(1)**: 145-152.
- Perry R. I., Walters C. J. y Boutillier J. A. 1999. A framework for providing scientific advice for the management of new and developing invertebrate fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. **9**: 125-150.
- Pinkerton E. W. 1994. Local fisheries co-management: a review of international experiences and their implications for salmon management in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **51**: 2363-2378.
- Pio M. J. 2010. Anatomía e histología de las glándulas pedales asociadas a la estrategia alimenticia del gasterópodo *Trophon geversianus* (Mollusca: Muricidae). Tesis de Licenciatura. Universidad CAECE, Argentina. 49 pp.
- Ponce-Díaz G., Vega-Velázquez A., Ramade-Villanueva M., León-Carballo G. y Franco-Santiago R. 1998. Socioeconomic characteristics of the abalone fishery along the west coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. **17(3)**: 853-857.
- Primost M. A. 2014. Ecotoxicología y alteraciones morfo-funcionales en gasterópodos marinos expuestos a contaminación por organometales y metales. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 164 pp.
- Prince J. D., Sellers T. L., Ford W. B. y Talbot S. R. 1988. Confirmation of a relationship between the localized abundance of breeding stock and recruitment for *Haliotis rubra* Leach (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **122**: 91-104.
- Quintana F., Uhart M. y García Borboroglu P. 2001. Causa de mortandad masiva de aves marinas en las costas de Chubut. Unpublished report, 18 enero 2001. Pp 1-3.
- Rainbow P. S. 2007. Trace metal bioaccumulation: models, metabolic availability and toxicity. *Environmental International*. **33**: 576-582.
- Reguera B. 2002. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. En: *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Sar E. A., Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. Parte I, capítulo 1. Pp 19-54.

- Ren J. S., Marsden I. D., Ross A. H. y Schiel D. R. 2003. Seasonal variation in the reproductive activity and biochemical composition of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) from the Marlborough Sounds, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. **37**: 171-182.
- Rios E. C. 1994. Seashells of Brazil. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande, Brazil. 368 pp.
- Riestra G., Fabiano G. y Santana O. 2000. El caracol negro (*Adelomelon brasiliana*) como recurso no tradicional de importancia para el país: análisis socio-económico de la pesquería y medidas precautorias de manejo. En: *Recursos Pesqueros No Tradicionales: Moluscos Bentónicos Marinos*. M. Rey (ed.). Proyecto INAPE-PNUD URU/92/003. ISBN 9974-563-13-5. 82-92.
- Rittschof D. y McClellan-Green P. 2005. Molluscs as multidisciplinary models in environment toxicology. *Marine Pollution Bulletin*. **50**: 369-373.
- Robertson R. 2003. The edible west indian whelk *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae): natural history with new observations. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. **153(1)**: 27-47.
- Rocha M. N. 2014. Oviposición y desarrollo del gasterópodo *Buccinanops globulosus* (Kiener, 1834) en playas de Puerto Madryn, Chubut. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 48 pp.
- Roche, M. A. 2013. Historia de vida de *Zidona dufresnei* Donovan, 1823 (Mollusca: Gastropoda) en la Bahía de San Antonio, una especie de creciente interés comercial. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 162 pp.
- Roux A. y Piñero R. 2006. Crustáceos decápodos y estomatópodos asociados a la pesquería del langostino patagónico *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) en el golfo San Jorge, Argentina. *Revista de Investigación de Desarrollo Pesquero*. **18**: 33-43.
- Ruiz C., Martínez D., Mosquera G., Abad M. y Sánchez J. L. 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibrán (Galicia, Spain). *Marine Biology*. **112**: 67-74.

- Saglam H., Kutlu S., Bascinar S., Dagtekin M., Duzgunes E. y Sahin A. 2007. Pot fishery of *Rapana venosa* Valenciennes 1846 in the southeastern Black Sea. *International Mediterranean Commission Reports*. **38**: 585.
- Salas M. C. 2009. Estructura poblacional de *Buccinanops globulosum* (Kiener, 1834) (Neogastropoda, Nassariidae) en dos sitios del golfo San Matías (Río Negro, Argentina): gradiente vertical y conectividad entre subpoblaciones. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Sánchez R. P., Navarro G. y Rozycki V. 2012. Estadísticas de la pesca marina en la Argentina: evolución de los desembarques 1898-2010. N° 1, Dirección Nacional de Planificación Pesquera. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. 526 pp.
- Santana M. 1998. Estudios sobre la época de desoves en la naturaleza y desarrollo intracapsular en laboratorio del caracol *Trophon geversianus* (Pallas 1769) (Gastropoda: Muricidae). *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales (Chile)*. **26**: 31-40.
- Santana M. y Cañete J. 2001. Antecedentes biológicos para el cultivo del caracol marino *Trophon geversianus* (Pallas 1774) (Gastropoda: Muricidae) en Magallanes. *Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Naturales (Chile)*. **29**: 105-115.
- Santarelli L. 1987. Estimación de la densidad poblacional de *Buccinum undatum* L. (Gasteropoda: Prosobranchia) por medio del modelo de extracción sucesiva de delury. *Anales del Instituto del Mar y Limnología*. **15**: 65.
- Santinelli N., Sastre V. y Otaño S. 1994. Monitoreo de fitoplancton tóxico y toxicidad en moluscos en el litoral de la provincia del Chubut (Patagonia, Argentina). En: *Taller regional COI-FANSA sobre Planificación Científica de Floraciones Algas Nocivas. Informes de reuniones de trabajo N° 101, Anexo III. COI de la UNESCO*. Pp 6-9.
- Santinelli N., Caille G. y Lettieri A. 1995. Harmful algae and PSP toxicity along the Northern Patagonian coast. *Harmful Algae News, IOC of UNESCO*. **9(6)**.
- Santinelli N., Sastre V. y Esteves J. L. 2002. Episodios de algas nocivas en la Patagonia Argentina. En: *Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano. Sar E. A.*,

- Ferrario M. E. y Reguera B. (eds.), Instituto Español de Oceanografía. Parte III, capítulo 8: 197-208.*
- Santos Valencia J., Martínez I., Enríquez Díaz M. y Aldana Aranda D. 2009. Ciclo reproductor de *Turbinella angulata* (Mollusca: Gastropoda) en Campeche, Golfo de México. *Proceedings of the 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Noviembre 2-6. Cumaná, Venezuela. Pp 408-414.
- Santos Valencia J., Martínez Morales I., Enríquez Díaz M. y Aldana Aranda D. 2011. Ciclo reproductor de *Busycon perversum* (Mollusca: Gastropoda) del Golfo de México. *Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Noviembre 1-5. San Juan, Puerto Rico. Pp 441-446.
- Santos Valencia J., Díaz Enríquez M. y Aldana Aranda D. 2013. Dinámica poblacional y reproductiva de *Turbinella angulata* y *Busycon perversum* (Mesogasteropoda: Turbinellidae y Melongenidae) en el Banco de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. **61(1)**: 15-28.
- Sar E. A., Sunesen I., Lavigne A. S. y Goya A. B. 2010. *Dinophysis* spp. asociadas a detección de toxinas diarreicas (DSTs) en moluscos y a intoxicación diarreica en humanos (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. **45(3)**: 451-460.
- Saraví A. M. 2009. Determinación del grado de cumplimiento del reglamento técnico MERCOSUR para el Rotulado Nutricional de Alimentos Envasados en los rótulos de los envases de la leche y crema de leche presentes en cuatro supermercados en el partido de Pilar, Provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura. Universidad de Belgrano, Argentina. 48 pp.
- Sargent J. R. 1995. Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. En: *Broodstock management and egg and larval quality*. Bromage N. R. y Roberts R. R. (eds.), Blackwell Oxford. Pp 353-372.
- Sastry A. N. y Blake N. J. 1971. Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. *Biological Bulletin*. **140**: 274-283.

- Scarabino V. 1977. Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina). Inventario y claves para su identificación. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay. **IV(31-32)**: 177-297.
- Scarabino F., Menafra R., Etchegaray P. 1999. Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (Actas de las V Jornadas de Zoología del Uruguay)*. Montevideo. **11**: 40.
- Scarabino F., Zaffaroni J. C., Clavijo C., Carranza A., Nin M. 2006. Bivalvos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación. En: *Menafra R., Rodríguez-Gallego L., Scarabino F. y Conde D. (eds.). Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya, Montevideo, Vida Silvestre Uruguay*. Pp 157-169.
- Schmidt S., Wolff M. y Vargas J. A. 2002. Population ecology and fishery of *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) on the Caribbean coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. **50**: 3-4.
- SERNAPESCA. 2007. *Anuario Estadístico de Pesca*. 2006. Chile. www.sernapesca.cl, año de acceso: 2009.
- SERNAPESCA. 2010. *Anuario Estadístico de Pesca*. 2009. Chile. www.sernapesca.cl, año de acceso: 2014.
- SERNAPESCA. 2013. *Anuario Estadístico de Pesca*. 2012. Chile. www.sernapesca.cl, año de acceso: 2014
- Shalack J. D. 2007. Movement and behavior of whelks (Family Melongenidae) in Georgia coastal waters. Thesis of Master Science. The University of Georgia. 62 pp.
- Shalack J., Power A. y Walker R. L. 2011. Whelk pot trapping and its implications for inshore fisheries development in coastal Georgia. *Occasional Papers of the University of Georgia Marine Extension Service*. **10**: 1-30.
- Shelmerdine R. L., Adamson J. Laursen C. H. y Leslie B. 2007. Size variation of the common whelk, *Buccinum undatum*, over large and small spatial scales: potencial

- implications for micro-management within the fishery. *Fisheries Research*. **86**: 201-206.
- Shepherd J. G. 1993. Key issues in the conservation of fisheries. *Laboratory Leaflet. Directorate of Fisheries Research. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Gt. Brit.* **72**: 1-19.
- Shi H. H., Huang C. J., Zhu S. X., Yu X. J., XiE W.Y. 2005. Generalized system of imposex and reproductive failure in female gastropods of coastal waters of mainland China. *Marine Ecology Progress Series*. **304**: 179-189.
- Shiu Y., Lu Y., Tsai Y., Chen S. y Hwang D. 2003. Occurrence of tetrodotoxina in the causative gastropod *Polinices didyma* and another gastropod *Natica lineata* collected from western Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*. **11(2)**: 159-163.
- Shumway S. E. 1995. Phycotoxin-related shellfish poisoning: bivalve mollusks are not the only vectors. *Reviews in Fisheries Science*. **3(1)**: 1-31.
- Simpson R. D. 1982. Reproduction and lipids in the sub-antarctic limpet *Nacella (Patinigera) macquarensis* Finlay, 1927. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **156**: 33-48.
- Smith K. L. y Baldwin R. J. 1984. Vertical distribution of the necrophagous amphipod, *Eurythenes gryllus*, in the North Pacific: spatial and temporal variation. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*. **31(10)**: 1179-1196.
- Snigirov S., Medinets V., Chichkin V. y Sylantyev S. 2013. Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea. *Aquatic Invasions*. **8(3)**: 289-297.
- Solé M., Morcillo Y. y Porte C. 1998. Imposex in the comercial snail *Bolinus brandaris* in the northwestern Mediterranean. *Environmental Pollution*. **99**: 241-246.
- Sommer H. y Meyer K. F. 1937. Paralytic shellfish poisoning. *Archives of Pathology*. **24**: 560-570.
- Stickle W. B. 1975. The reproductive physiology of the intertidal prosobranch *Thais lamellose* (Gmelin). II. Seasonal changes in biochemical composition. *Biological Bulletin*. **148**: 448-460.

- Stoner A. W. 1989. Winter mass migration of juvenile queen conch, *Strombus gigas*, and their influence on the benthic environment. *Marine Ecology Progress Series*. **56**: 99-104.
- Stoner A. W. y Ray M. 1993. Aggregation dynamics in juvenile queen conch (*Strombus gigas*): population structure, mortality, growth, and migration. *Marine Biology*. **116**: 571-582.
- Stoner A. W. y Sandt V. J. 1992. Population structure, seasonal movements, and feeding of queen conch, *Strombus gigas*, in deep-water habitats of the Bahamas. *Bulletin of Marine Science*. **51**: 287-300.
- Stoner, A. W. y Schwarte K. C. 1994. Queen conch, *Strombus gigas*, reproductive stocks in the central Bahamas: distribution and probable sources. *Fishery Bulletin*. **92(1)**: 171-179.
- Stoner A. W., Lipcius R. N., Marshail L. S. y Bardales A. T. 1988. Synchronous emergence and mass migration in juvenile queen conch. *Marine Ecology Progress Series* **49**: 5 1-55.
- Tagliafico A., Rangel M. S. y Rago N. 2012. Distribución, densidad y estructura de tallas del género *Strombus* (Gastropoda: Strombidae) de la Isla Cubagua, Venezuela. *Interciencia*. **37(5)**: 381-389.
- Tanhan P., Sretarugsa P., Pokethitiyook P., Kruatrachue M. y Upatham E. S. 2005. Histopathological alterations in the edible snail, *Babylonia areolata* (spotted Babylon), in acute and subchronic cadmium poisoning. *Environmental Toxicology*. **20**: 142-149.
- Tarr R. J. 2000. The South African abalone (*Haliotis midae*) fishery: a decade of challenges and change. In: *Workshop on Rebuilding Abalone Stocks in British Columbia*. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. **130**: 32-40.
- Tewfik A., Guzmán H. M. y Jácome G. 1998. Assessment of the queen conch *Strombus gigas* (Gastropoda: Strombidae) population in Cayos Cochinos, Honduras. *Revista de Biología Tropical*. **46(4)**: 137-150.

- Torroglosa E. M. y Giménez J. 2010. Temporal variation in size at maturity of the snail *Zidona dufrenesi* from the southwestern Atlantic Ocean after ten years of fishery exploitation. *Aquatic Biology*. **11**: 163-167.
- Turiff N., Runge J. A. y Cembella A. D. 1995. Toxin accumulation and feeding behavior of the planktonic copepod *Calanus finmarchicus* exposed to the red-tide dinoflagellate *Alexandrium excavatum*. *Marine Biology*. **123**: 55-64.
- Turner A. D. y Goya A. B. 2015. Occurrence and profiles of lipophilic toxins in shellfish harvested from Argentina. *Toxicon*. **102**: 32-42.
- Tremblay M. J. y Sinclair M. 1988. The vertical and horizontal distribution of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) larvae in the Bay of Fundy in 1984 and 1985. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries Science*. **8**: 43-53.
- Turner A. D., Tarnovius S. y Goya A. B. 2014. Paralytic shellfish toxins in the marine gastropods *Zidona dufresnei* and *Adelomelon beckii* from Argentina: toxicity and toxin profiles. *Journal of Shellfish Research*. **33(2)**: 519-530.
- Underwood A. J. 1979. The ecology of intertidal gastropods. *Advances in Marine Biology*. **16**: 111-210.
- USEPA (Environmental Protection Agency). 2002. State water resources control board, Appendix V: Median International Standards. www.swcb.ca.gov, año de acceso: 2010.
- Valentinsson D., Sjödin F., Jonsson P. R., Nilsson P. y Wheatley C. 1999. Appraisal of the potential for a future fishery on whelks (*Buccinum undatum*) in Swedish waters: CPUE and biological aspects. *Fisheries Research*. **42**: 215-227.
- Van Dolah F. M. 2000. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. *Environmental Health Perspectives*. **108(1)**: 133-141.
- Vasconcelos P., Carvalho S., Castro Margarida y Gaspar M. B. 2008. The artisanal fishery for muricid gastropods (banded murex and purple dye murex) in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal). *Scientia Marina*. **72(2)**: 287-298.
- Vázquez J. L. 2002. Consecuencias de la marea roja en el ser humano. *Gaceta CUC*. **2**: 11.

- Vázquez N. N., Gil M. N., Esteves J. L. y Narvarte M. A. 2007. Monitoring heavy metal pollution in San Antonio Bay, Rio Negro, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. **79**: 121-125.
- Vecchio J. H., Gomez O., Orosco, J. A., Tartaglione J. C. y Gricman, G. 1986. Intoxicación por veneno paralizante de moluscos (Marea Roja). *Medicina (Buenos Aires)*. **46**: 705-708.
- Vokes E. 1996. One last look at the Muricidae. *American Conchologist*. **24**: 4-6
- Wang W. y Ke C. 2002. Dominance of dietary intake of cadmium and zinc by two marine predatory gastropods. *Aquatic Toxicology*. **56**: 153-165.
- Wang D. Z., Zhang S. G., Gu H. F., Chan L. L. y Hong H. S. 2006. Paralytic shellfish toxin profiles and toxin variability of the genus *Alexandrium* (Dinophyceae) isolated from the southeast China Sea. *Toxicon*. **46**: 138-151.
- Wenne R. y Polak L. 1989. Lipid composition and storage in the tissues of the bivalve, *Macoma balthica*. *Biochemical Systematics and Ecology*. **17(7/8)**: 583-587.
- Willers V. 2004. Utilización del caracol *Buccinanops globulosum* como indicador de contaminación por tributil estaño (TBT) en la Bahía de San Antonio (Río Negro, Patagonia Argentina). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina.
- Woodcock S. H. y Benkendorff K. 2008. The impact of diet on the growth and proximate composition of juvenile whelks, *Dicathais orbita* (Gastropoda: Mollusca). *Aquaculture*. **276**: 162-170.
- Xavier R. M. 1996. Studies on the biochemistry and processing of edible meat of muricid gastropods *Chicoreus virgineus* (Roding, 1798) and *Rapana rapiformis* (Born, 1778). Ph. D. Thesis, Annamalai University, India. 88 pp.
- Yasumoto T., Oshima Y. y Konta T. 1981. Analysis of paralytic shellfish toxins of xanthid crabs in Okinawa. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fisheries*. **47**: 957-959.

- Zabala S. 2013. Ecología trófica, crecimiento y reproducción en el gasterópodo *Adelomelon ancilla* en el Golfo Nuevo. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 201 pp.
- Zabala S., Bigatti G., Botto F., Iribarne O. y Galván D. E. 2013a. Trophic relationships between a Patagonian gastropod and its epibiotic anemone revealed by using stable isotopes and direct observations. *Marine Biology*. **160**: 909-919.
- Zabala S., Penchaszadeh P. E., Panarello H. O., Brogger M. I. y Bigatti G. 2013b. Life history parameters in the edible snail *Adelomelon ancilla* from patagonian waters. *Malacologia*. **56(1-2)**: 215-229.
- Zöllner N. y Kirsch K. 1962. Über die quantitative bestimmung von lipoiden (mikromethode) mittels der vielen natürlichen lipoiden (allen bekanneten plasmalipoiden) gemeinsamen sulfophosphovanilin-reaktion. *Zeitschrift Fur Die Gesamte Experimentelle Medizin Einschliesslich Experimentelle Chirurgie*. **135**: 545-561.