



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Licenciatura en Ciencias Biológicas

Variación estacional de la biodiversidad de la comunidad asociada al mejillín
***Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846) en Villa Gesell**

Autora: Cilveti, Camila Maité

Directora de tesis: Torroglosa, María Eugenia

Directora asistente: Giménez, Juliana

Lugar de trabajo: Laboratorio de Biología de Invertebrados Marinos.

Departamento de Biodiversidad Y Biología Experimental (DBBE)

Mes y año: Junio, 2023

Firma de la Tesista

Firma de la Directora

Firma de la Directora Asistente

Resumen

El estudio de la comunidad asociada al mejillín *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846) y su variación de manera estacional es de importancia dado que sus variaciones permiten inferir cambios a niveles de factores tanto ambientales como antrópicos. El objetivo de este estudio fue caracterizar y reconocer los distintos taxones, hasta el nivel taxonómico más bajo posible, que forman parte de la comunidad del intermareal asociada al mejillín *B. rodriguezii* y analizar su variación temporal. Para ello se obtuvieron muestras de la comunidad los meses de febrero, mayo y agosto del 2019 y diciembre del 2020 en el muelle de pescadores de Villa Gesell, provincia de Buenos Aires. Las muestras fueron fijadas y trasladadas al laboratorio para su posterior identificación. Se estudió la variación de la composición específica de la comunidad y se evaluó si el tamaño (en términos de longitud total) de los organismos más abundantes de la comunidad afecta a la diversidad de la comunidad. Se obtuvieron diferentes índices de biodiversidad. La abundancia presentó el menor valor en agosto, que además resultó ser el mes de menor temperatura y alcanzó el mayor valor en febrero. Por otro lado, la riqueza de organismos, resultó ser mayor en mayo y menor en agosto. Para la especie dominante, que resultó ser *B. rodriguezii*, se obtuvo además, la densidad y el largo total. La densidad disminuyó de mes a mes. No se registraron cambios significativos a lo largo del tiempo en la distribución de tallas para organismos de tallas mayores a 4 mm, pero sí para las tallas más reducidas. Del análisis de la relación entre los índices de Shannon y Margalef con el largo total del mejillín, así como con la abundancia de reclutas (mejillines menores a 3,99 mm) y de mejillines mayores a 4 mm no se encontraron diferencias significativas, lo que sugiere que tanto la abundancia como la distribución de tallas de *B. rodriguezii* no condiciona el asentamiento de especies.

Palabras clave: *Brachidontes rodriguezii*, intermareal, biodiversidad.

Seasonal variation of the biodiversity of the community associated with the mussel *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846) in Villa Gesell.

Abstract

The study of the community associated with the mussel *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846) and its seasonal variation is important since its variations allow us to infer changes at levels of both environmental and anthropic factors. The objective of this study was to characterize and recognize the different taxa, down to the lowest possible taxonomic level, that are part of the intertidal community associated with the mussel *B. rodriguezii* and to analyze their temporal variation. For this, samples were obtained from the community in the months of February, May and August 2019 and December 2020 at the fishing pier of Villa Gesell, province of Buenos Aires. The samples were fixed and transferred to the laboratory for their subsequent identification. The variation of the specific composition of the community was studied and it was evaluated if the size (in terms of total length) of the most abundant organisms in the community affects the diversity of the community. Different biodiversity indices were obtained. The abundance presented the lowest value in August, which also turned out to be the month with the lowest temperature and reached the highest value in February. On the other hand, the richness of organisms turned out to be higher in May and lower in August. For the dominant species, which turned out to be *B. rodriguezii*, the density and total length were also calculated. The density decreased from month to month. There were no significant changes over time in the size distribution for organisms larger than 4 mm, but for smaller sizes. From the analysis of the relationship between the Shannon and Margalef indices with the total length of the mussel, as well as with the abundance of recruits (mussels smaller than 3.99 mm) and mussels larger than 4 mm, no significant differences were found, which suggests that both the abundance and the size distribution of *B. rodriguezii* do not condition the settlement of species.

Key words: *Brachidontes rodriguezii*, intertidal, biodiversity.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Universidad de Buenos Aires, por otorgarme una beca estímulo, bajo la dirección de la Dra. Juliana Gimenez, proyecto UBACyT X008. A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y al Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Al laboratorio de Biología de Invertebrados Marinos donde desarrolle esta tesis, a mi directora María Eugenia Torroglosa, a mi directora asistente Juliana Giménez y a Celeste Yubero mi compañera de muestreos por la ayuda otorgada siempre y por apoyarme en este proceso tan lindo.

A Diego Topsakalian por toda la ayuda dada con la estadística. A los miembros de los laboratorios dirigidos por los doctores Capitanio y Roccatagliata por la ayuda con la identificación de algunas especies. A Javier Chazarreta por la lectura crítica de la tesis.

A mi familia que siempre me apoyó en mi carrera y en lo que quería hacer desde chiquita. A mi novio Guido que desde el comienzo estuvo ahí para mí.

A mis amigos de la infancia que están conmigo y con mis gustos en biología desde chiquita y hoy siguen aguantándome. A las personas que llegaron del CBC para quedarse y hoy seguimos juntas. Y a las personas que fueron apareciendo a lo largo de mi carrera, gracias por compartir gustos y pasiones y disfrutar esto tan lindo que nos une a todos los que elegimos esta bella carrera.

Índice

1.	Introducción.....	6
2.	Materiales y métodos.....	8
2.1.	Trabajo de campo.....	8
2.2.	Diversidad.....	9
2.2.1.	Análisis de los índices de diversidad.....	10
2.3.	Parámetros poblacionales y morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	10
2.3.1.	Análisis de los parámetros poblacionales y morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	11
2.4.	Índices de diversidad y parámetros morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	11
3.	Resultados.....	12
3.1.	Diversidad de la comunidad.....	12
3.2.	Parámetros poblacionales y morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	16
3.2.1.	Densidad poblacional.....	16
3.2.2.	Parámetros morfométricos.....	17
3.3.	Índices de diversidad y parámetros morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	20
4.	Discusión.....	21
4.1.	Diversidad de la comunidad.....	21
4.2.	Parámetros poblacionales y morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	22
4.2.1.	Densidad poblacional.....	22
4.2.2.	Parámetros morfométricos.....	23
4.3.	Índices de diversidad y parámetros morfométricos de <i>B. rodriguezii</i>	23
5.	Conclusiones.....	24
6.	Bibliografía.....	25
7.	Anexo.....	30

1. Introducción

Los bivalvos mitílidos son importantes en los sistemas bentónicos marinos porque se agregan en lechos, modificando la naturaleza y la complejidad del sustrato. Estos bivalvos se disponen en numerosas capas o estratos de individuos de diferentes edades y tamaños donde se mantienen adheridos unos a otros mediante los filamentos del biso (Commito y Rusignuolo, 2000). En costas rocosas así como en estructuras sólidas consolidadas de playas arenosas, una vez que se establecen los bancos de mitílidos, pueden permanecer durante muchos años (Suchanek, 1986; Nehls y Thiel, 1993). La durabilidad de los bancos en el tiempo conduce a que numerosas especies de invertebrados marinos (así como algas), se establezcan en ese sustrato derivando en un aumento de la diversidad (Thiel y Ullrich, 2002). A su vez, la edad y el tamaño de los bancos de mitílidos también se correlaciona con un aumento de la diversidad y la riqueza de especies (Tsuchiya y Nishihira, 1985). Esas comunidades presentan variaciones espaciales, así como temporales y de pequeña escala en términos de abundancia y diversidad. La riqueza de especies aumenta con la actividad de las especies de mejillones introduciendo complejidad en las comunidades bentónicas (Borthagaray y Carranza, 2007) y a medida que esta complejidad aumenta, incrementa la diversidad y riqueza de especies (Günther, 1996). Los organismos dentro de la comunidad que cumplen con el papel de definir cómo será la estructura del ecosistema son los llamados ingenieros ecosistémicos que son organismos que, de manera directa o indirecta, modulan la disponibilidad de recursos, para las otras especies y para ellos mismos provocando cambios en el estado físico de los materiales bióticos y abióticos (Jones et al., 1994). Los ingenieros ecosistémicos intervienen en la arquitectura del ambiente físico, sin embargo, hay numerosos factores biológicos que van a determinar la dinámica de las poblaciones, dentro de los parámetros biológicos encontramos el crecimiento, el reclutamiento, la mortalidad y la migración (Orensanz, 1986).

El intermareal es el espacio de la costa comprendido entre mareas que se producen diariamente por el movimiento ascendente y descendente del nivel del mar. Este integra lo que se denomina sistema litoral, que comprende la plataforma continental desde la máxima marea hasta el límite con el talud. Los componentes o zonas de este sistema se los llama pisos y son el supralitoral, el intermareal, el infralitoral y el circalitoral (Boschi y Cousseau, 2004) (Figura 1). Dentro del intermareal también existe una clasificación en zonas en el eje vertical, con características diferentes dadas por las distintas condiciones predominantes de factores físicos que determinan la dominancia de algún o algunos grupos taxonómicos en particular (Connell, 1972). Los factores ambientales que más inciden en la zona intermareal son la intensidad del oleaje, los cambios de humedad, la temperatura y la salinidad (Brown y

McLachlan, 1990). Además, la disponibilidad de alimento por la acción de las olas es suficiente para explicar la mayor presencia de organismos filtradores en el intermareal rocoso (Bustamante y Branch, 1996). Los grupos de especies que viven en los distintos niveles del intermareal son específicos debido a las diferencias en cuanto a la exposición al aire, las condiciones de mareas y las olas que conforman el intermareal. Los organismos que viven en esta zona están expuestos a condiciones marinas cuando sube la marea y a condiciones terrestres cuando baja la misma (Denny y Paine, 1998; Petes et al., 2008). El gradiente ambiental, asociado al tiempo de exposición de los organismos durante la marea baja, hace que éstos se distribuyan en bandas horizontales que a veces son visibles a simple vista. A esto se le llama zonación vertical y es típica de costas rocosas de entre mareas alrededor del mundo. Los organismos más tolerantes a las condiciones de estrés ocupan las bandas superiores y los menos tolerantes ocupan las bandas inferiores (Tait y De Santo, 1972).

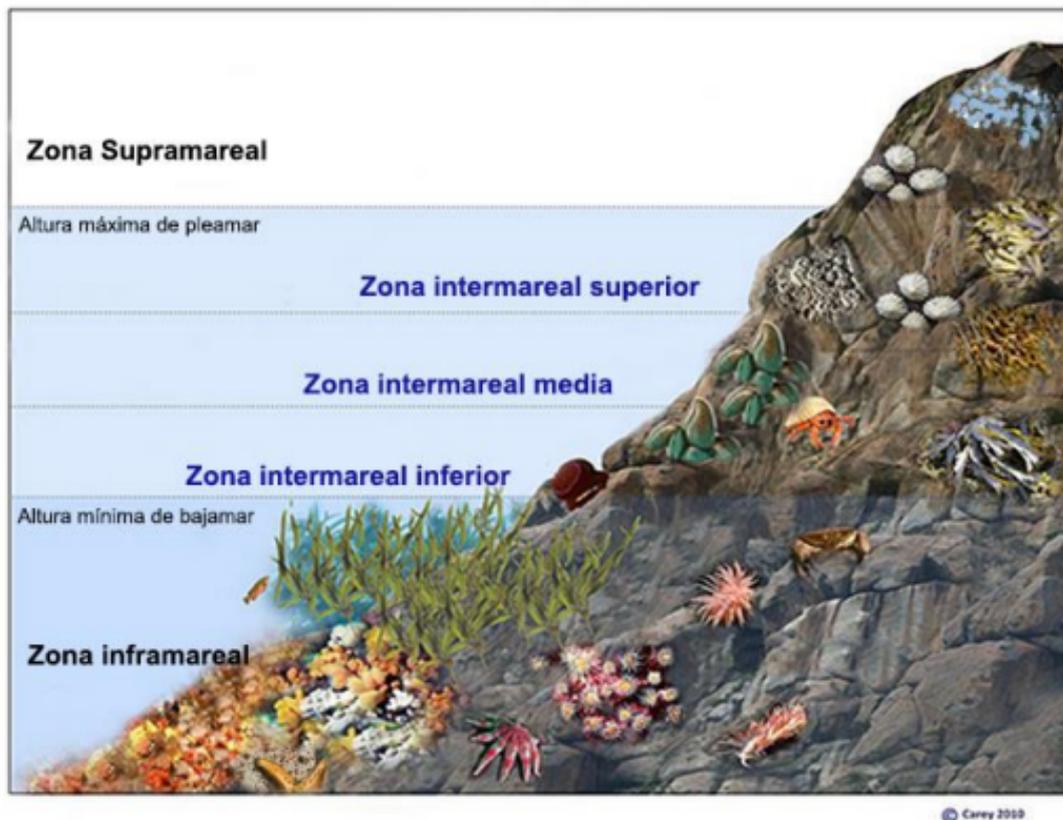


Figura 1: Niveles del sistema litoral (circalitoral no se muestra dado que se encuentra a mayores profundidades). Imagen tomada y modificada de Carrey (2010).

La comunidad del intermareal costero rocoso de la provincia de Buenos Aires está dominada por el mitílido *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846) llamado comúnmente mejillín (López Gappa et al., 1990; Vallarino et al., 2002; Adami et al., 2004; 2008) y es una especie clave del intermareal (Adami et al., 2004; Carranza et al., 2009) y suele encontrarse

asociado a numerosas especies que coexisten en el mejillinar (Scelzo et al., 1996; Elías, 2002). *Brachidontes rodriguezii* es la especie dominante en los intermareales rocosos de las playas expuestas al oleaje de la provincia de Buenos Aires y también sectores puntuales del extremo norte de la Patagonia (Adami et al., 2008, 2018). Según Borthagaray y Carranza (2007) los bancos de *B. rodriguezii* constituyen un sustrato propicio que permite el desarrollo de otras especies bentónicas incrementando la riqueza del intermareal sugiriendo su papel como ingenieros ecosistémicos. A su vez, en las playas arenosas, las escolleras y los muelles de pesca constituyen un sustrato duro alternativo, para el desarrollo de la comunidad bentónica del intermareal rocoso (Scelzo et al., 1996). *B. rodriguezii* se adhiere a rocas u otros sustratos duros por medio de los filamentos del biso, que son secretados por una glándula especial en la base del pie. Estos filamentos sujetan al mejillín firmemente al sustrato y le permiten soportar los embates de las olas (Penchaszadeh, 1973).

En la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires, se encuentra la ciudad de Villa Gesell en la cual se realizó nuestro estudio. Posee un ancho de playa de 150 metros aproximadamente (Marcomini y López, 1997). Las mareas son semidiurnas, es decir que hay 2 pleamares y 2 bajamares en un día (Perillo, 1979), la amplitud de marea máxima es de 1,30 m y la promedio es de 0,69 m (Servicio Hidrografía Naval, 2012). El sustrato duro artificial consiste en un muelle pesquero de hormigón, de 150 m de largo y 8 m de alto, construido durante la década de 1970.

Dado el amplio rango de distribución de la especie y su importancia en estudios de impacto ambiental (Arrighetti et al., 2019), el conocimiento sobre la dinámica de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* nos permitirá identificar posibles cambios asociados a parámetros ambientales como la temperatura o a factores antrópicos como la contaminación en el hábitat o al cambio climático, incluso cambios en la morfología de *B. rodriguezii* también permitirá inferir cambios en dichos parámetros.

Una vez planteada la introducción procedemos a pensar en las hipótesis planteadas:

- Hipótesis 1: la comunidad asociada *B. rodriguezii* varía en los meses evaluados.
- Hipótesis 2: la comunidad asociada *B. rodriguezii* varía con la abundancia y largo total del mismo.
- Hipótesis 3: la comunidad asociada a *B. rodriguezii* varía con el número de reclutas.

Para este proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Objetivo 1: Caracterizar la composición taxonómica de la comunidad asociada a *B. rodriguezii*.

- Objetivo 2: Determinar si hay variación de la composición de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* entre los meses evaluados.
- Objetivo 3: Analizar si la composición de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* varía en función del número de reclutas o del largo total del mejillín o de la abundancia del mejillín.

2. Materiales y métodos

2.1 Trabajo de campo

El estudio se realizó en Villa Gesell (37° 16'S; 56° 58'O), en la provincia de Buenos Aires, Argentina (Figura 2) en febrero, mayo y agosto del 2019 y diciembre del 2020. Para la obtención de las muestras se utilizó una espátula de 2,5 cm y se removieron cuadrados de 5 x 5 cm del banco de mejillines, cada mes se tomaron 6 muestras de los pilotes del muelle de pescadores, y fueron colocadas en diferentes bolsas. Estas fueron transportadas al laboratorio en condiciones controladas de temperatura con hielo en una heladera. En el laboratorio las muestras se fijaron en formaldehído al 4% por 24 horas y luego se conservaron en alcohol 70%. Posteriormente a los organismos de cada muestra se los separó entre sí a modo de tener una muestra homogénea y representativa de la diversidad muestreada. El material se dividió en 4 fracciones iguales sobre una placa de Petri y se tomó 1/4 del material (submuestra) para el análisis de diversidad y estudios de parámetros poblacionales y morfométricos de *B. rodriguezii*. Todos los análisis y resultados fueron realizados en base a ese 1/4 de material, en ningún momento se extrapoló al total de la muestra por lo que trabajaremos entonces en un área de 2,5 x 2,5 cm. Se obtuvieron datos de temperatura de la superficie del agua (<https://seatemperature.info/>) a partir de valores tabulados. Los valores fueron para el mes de febrero 22,25 °C (±0,55), para el mes de mayo 16,35 °C (± 0,77), para el mes de agosto 9,99 °C (±0,34) y para el mes de diciembre fue de 19,29 °C (±0,91).

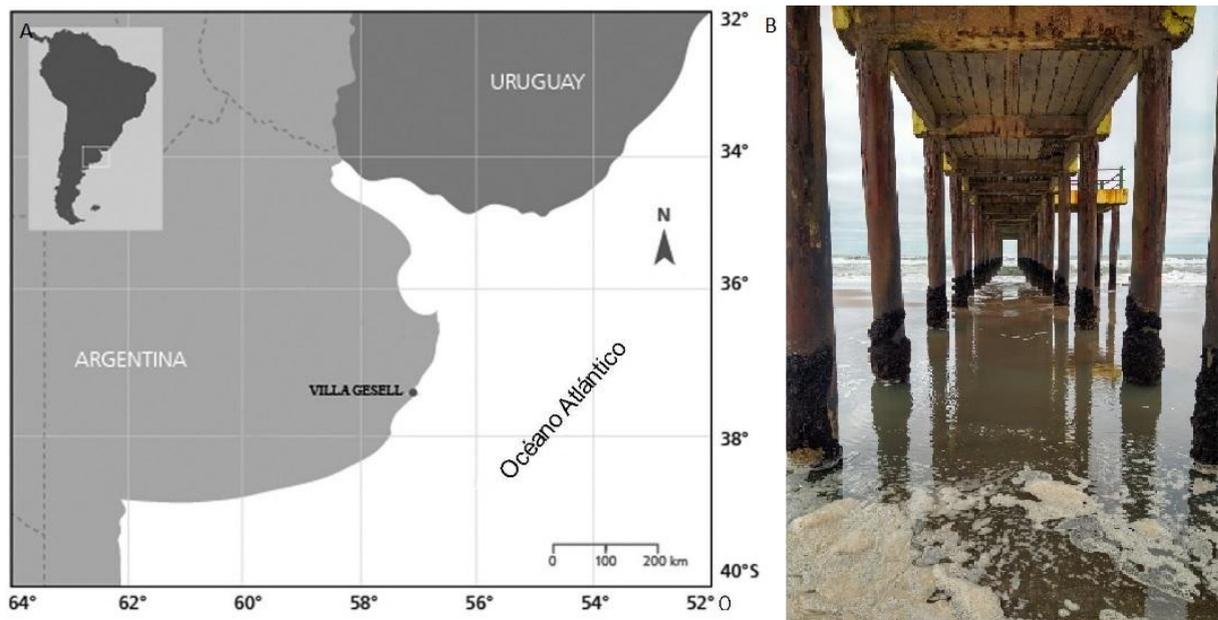


Figura 2: A: Ubicación del sitio de muestreo en la provincia de Buenos Aires, Argentina. B: Muelle de pescadores de Villa Gesell tomada desde abajo con marea baja.

2.2 Diversidad

Para determinar la composición de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* se identificó hasta el nivel taxonómico más bajo posible y se cuantificó la cantidad de individuos de cada taxa, usando una lupa binocular. En algunos casos, cuando la identificación resultó dificultosa, se utilizaron claves o se accedió a especialistas en el tema para la identificación de los taxones. Para cada mes se calcularon distintos índices para evaluar los aspectos de la comunidad y cada uno nos permitió analizar diferentes partes de la comunidad, como por ejemplo el índice de Margalef (S) para evaluar la riqueza, el índice de Shannon (H) para evaluar la abundancia, el índice de Simpson (D) para evaluar la dominancia y el índice de Pielou (J) para evaluar la equitatividad. Para el cálculo de los índices no se utilizaron todas las especies encontradas ya que no todas eran cuantificables y aparecieron solo una vez como es el caso de las algas, tubo de poliqueto tubícola y huevos de especies indeterminadas. Para las especies que aparecieron más de una vez pero no eran cuantificables se agregaron en el análisis usando variables Dummies (variable cualitativa que toma valores de 0 y 1, donde 0 es ausencia y 1 es presencia, para ser considerada como variable cuantitativa).

2.2.1 Análisis de los índices de diversidad

Se realizó un análisis de correlaciones para evaluar si existe asociación significativa entre los índices. Para cumplir con el supuesto de independencia en el análisis de correlación, se utilizaron en conjunto los datos de todas las submuestras de un mismo mes para determinar los índices de diversidad de cada mes. A partir de estos valores se obtuvieron los índices de correlación de Pearson y se realizó un test de T para evaluar su significancia (ver anexo tabla 1 y tabla 2). Para este análisis se utilizó el programa Microsoft Excel (versión 2303 compilación 16.0.16227.20202). En base a estos resultados, se continuó con el análisis con los índices de Shannon (H) y Margalef (S), ahora calculados para cada submuestra. Para el primero, se ajustó a un modelo lineal usando al mes como variable explicatoria, y se evaluaron los supuestos de normalidad (usando el test de Shapiro-Wilks) y homogeneidad de varianzas (usando el test de Levene). Luego de esto, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y una vez evaluada la significancia de esta prueba, y contrastes para evaluar si había diferencias en este índice en los meses evaluados de forma analítica y gráfica. Mientras que para el índice S se ajustó a un modelo lineal generalizado (GLM) usando al mes como variable explicatoria y una distribución Poisson. Se evaluaron los supuestos del modelo utilizando el paquete de diagnósticos residuales para modelos de regresión jerárquicos (DHARMA) y se corrigió la sub dispersión usando Conway-Maxwell Poisson. En caso de obtener un cambio significativo en el índice de Margalef dentro de los meses evaluados, se optó por realizar contrastes de forma gráfica y analítica. Los análisis se hicieron utilizando la herramienta R versión 4.1.0 (R Core Team, 2020).

2.3 Parámetros poblacionales y morfométricos de *B. rodriguezii*

Se separaron los individuos de *B. rodriguezii* de cada submuestra y se obtuvo la densidad poblacional de cada mes. Para ello se utilizó la fórmula $D = n_i/A$, donde D es la densidad por unidad de área, n_i es el número de individuos por unidad de área y A es el área muestreada. Se analizó cualitativamente la variación de la densidad a lo largo del año.

Luego se obtuvo el largo total (LT) (Figura 3) de los individuos utilizando un calibre electrónico digital ESSEX ($\pm 0,02$ mm). Se establecieron rangos de LT de 1 mm y se obtuvo el total de mejillines en cada rango de LT por mes. Los individuos menores de 3,99 mm de LT (considerados reclutas) sólo fueron cuantificados en un mismo rango de LT.

Se analizó si el total de reclutas por mes, la abundancia de mejillones mayores a 4 mm y el LT varían a lo largo del año.

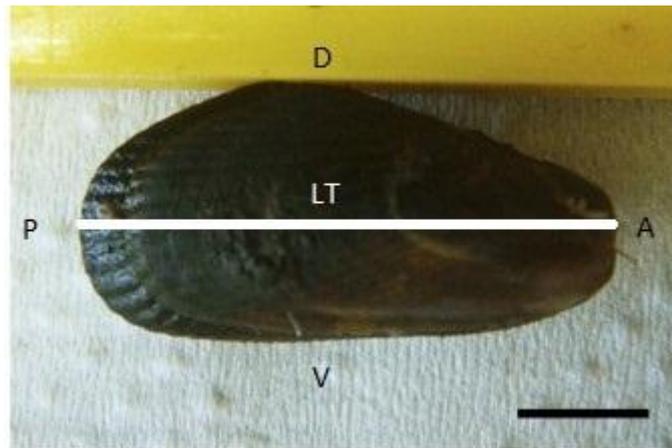


Figura 3: *B. rodriguezii* en vista lateral. LT: largo total, P: posterior, A: anterior, D: dorsal, V: ventral. Escala: 5 mm.

2.3.1 Análisis de los parámetros poblacionales y morfométricos de *B. rodriguezii*

Se calculó y graficó la frecuencia relativa de mejillines en función de LT para cada mes. Se evaluó la correlación entre el LT con el mes y se analizó la significancia con el Test de Kruskal-Wallis (modelo no paramétrico) para determinar si las submuestras de los distintos meses eran homogéneas entre sí. Como los LT de cada submuestra no fueron independientes entre sí, se obtuvo un LT promedio de cada submuestra antes de realizar este test.

Por otro lado, se analizó cómo cambian las abundancias del mejillín mayores y menores a 3,99 mm LT (reclutas) a lo largo de los meses. Para los reclutas, se ajustó a un GLM donde la variable respuesta era mes y distribución Poisson. Dado que no se cumplían los supuestos del modelo, se corrigió usando Conway-Maxwell Poisson. En caso de obtener un cambio significativo en la abundancia de reclutas dentro de los meses evaluados, se optó por realizar contrastes de forma gráfica y analítica. Para los individuos mayores a 4 mm, se ajustó a un GLM con mes como variable respuesta y distribución Poisson. Nuevamente para modelar la dispersión, se utilizó una distribución binomial negativa. Los análisis se hicieron utilizando la herramienta R versión 4.1.0 (R Core Team, 2020).

2.4 Índices de diversidad y parámetros morfométricos de *B. rodriguezii*

Se realizó un análisis de correlaciones para evaluar si existe asociación significativa entre los índices de riqueza, abundancia, dominancia y equitatividad, y los parámetros: LT, abundancia de reclutas y abundancia de mejillines mayores a 4 mm. Para cumplir con el supuesto de independencia en el análisis de correlación se utilizaron en conjunto los datos de todas las submuestras de un mismo mes para determinar los índices de diversidad y los

parámetros de cada mes. A partir de estos valores, se obtuvieron los índices de correlación de Pearson y se realizó un test de T para evaluar su significancia (ver anexo tabla 3 y tabla 4). Para este análisis se utilizó el programa Microsoft Excel (versión 2303 compilación 16.0.16227.20202). Los análisis se hicieron utilizando la herramienta R versión 4.1.0 (R Core Team, 2020).

3. Resultados

3.1 Diversidad de la comunidad

Se analizó la biodiversidad de la fauna asociada a *B. rodriguezii* de las submuestras tomadas en el muelle de Villa Gesell (Figura 4). Fueron separados e identificados los grupos que vemos en la Tabla 1. Podemos ver que el mes con mayor cantidad de individuos es febrero, seguido por mayo, luego agosto y por último diciembre. También se vio que el mes con mayor número de taxones es mayo. En todos los meses la especie que predomina es *B. rodriguezii*, seguida por poliquetos de la familia *Syllidae* y colonias de Briozoos. Podemos ver también que en febrero aumenta la cantidad de crustáceos caprélidos, y algo similar ocurre con los triclados en mayo.

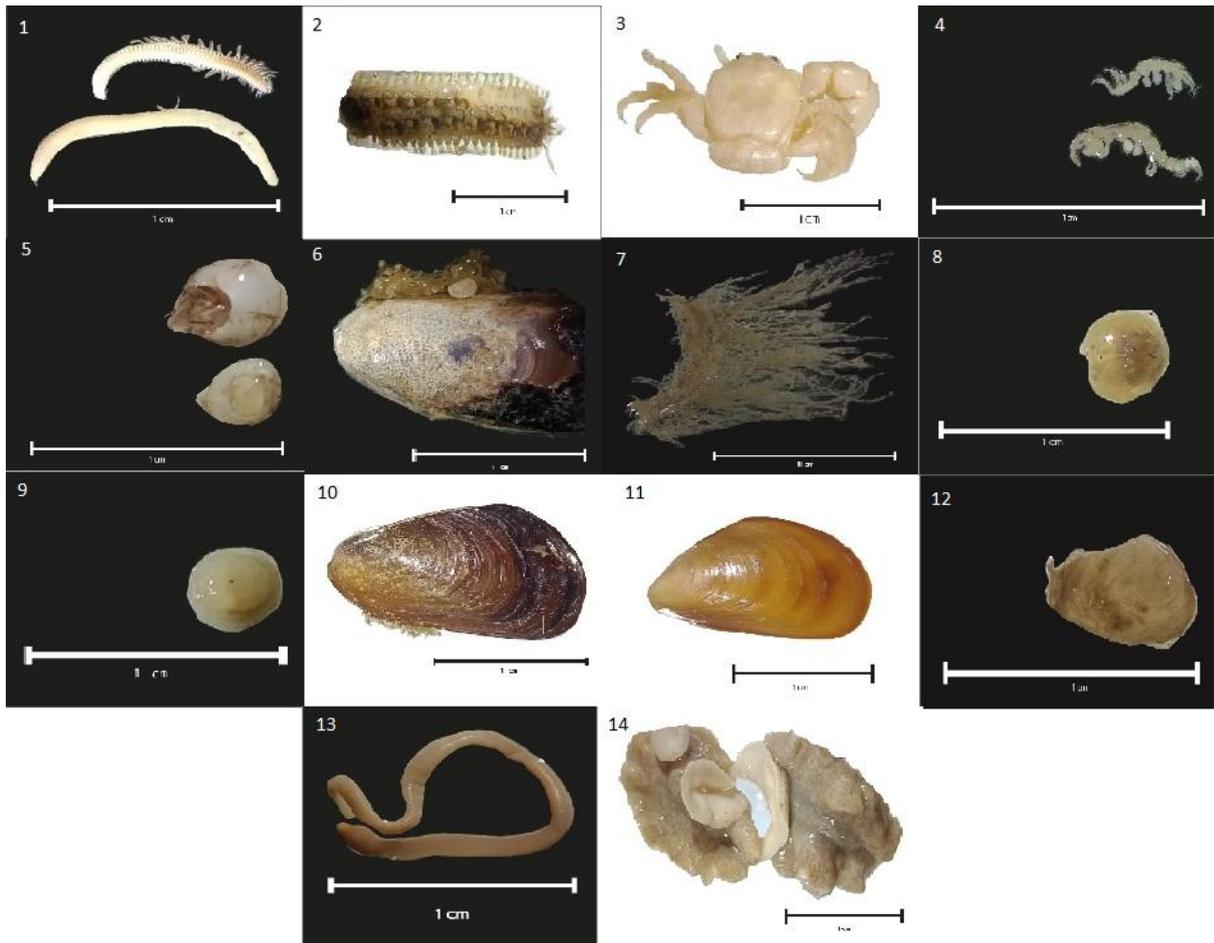


Figura 4: Diversidad faunística asociada al mejillín *B. rodriguezii* ordenadas por orden alfabético según phylum. 1: *Syllis prolixa* (Ehlers, 1901); 2: *Halosydnella australis* (Kinberg, 1856); 3: *Pachycheles laevidactylus* (Ortmann, 1892); 4: Caprellidae; 5: *Balanus* sp.; 6: Bryozoa; 7: Hydrozoa; 8: *Tricnidactis errans* (De Oliveira Pires, 1987); 9: *Anthothoe chilensis* (Lesson, 1830); 10: *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1842); 11: *Mytilus platensis* (d'Orbigny, 1842); 12: *Entodesma* sp.; 13: *Lineus bonaerensis* (Moretto, 1971); 14: Tricladida. Escala: 1 cm.

Tabla 1: Tabla de diversidad de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* en los meses analizados. Para cada taxón el valor de cada mes se corresponde con la suma de cada una de las 6 submuestras. Se excluyeron del análisis las especies que únicamente estaban en una submuestra. En el caso de hidrozooos, se agregó al análisis como una variable dummy.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Mes			
						febrero	mayo	agosto	diciembre
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Syllidae	<i>Syllis</i>	<i>Syllis prolifera</i>	211	89	22	40
			Polynoidae	<i>Halosydnella</i>	<i>Halosydnella australis</i>	2	5	0	2
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	<i>Pachycheles</i>	<i>Pachycheles laevidactylus</i>	0	4	0	1
		Amphipoda	Caprellidae			260	1	0	1
	Thecostraca	Balanomorpha	Balanidae	<i>Balanus</i> sp.		51	71	3	1
Bryozoa						140	26	10	45
Cnidaria	Hydrozoa					1	0	0	1
	Anthozoa	Actiniaria	Haliplanelidae	<i>Tricnidactis</i>	<i>Tricnidactis errans</i>	0	3	0	0
		Actiniaria	Sagartiidae	<i>Anthothoe</i>	<i>Anthothoe chilensis</i>	6	2	0	0
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>Brachidontes rodriguezii</i>	4146	2857	2567	1709
				<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus platensis</i>	18	13	4	13
		Anomalodesmata*	Lyonsiidae	<i>Entodesma</i> sp.		0	1	0	3
Nemertea	Pilidiophora	Heteronemertea	Lineidae	<i>Lineus</i>	<i>Lineus bonaerensis</i>	20	3	3	0
Platyhelminthes		Tricladida				2	37	1	0

El índice de Margalef (S) al hablar de la riqueza de especies es un número entero, y por eso sus valores son más altos. Respecto a los otros tres índices, al hablar de la abundancia, dominancia y equitatividad toman valores más bajos y con decimales (Figura 5). Para los índices D, H y J hay una disminución de febrero a mayo y un aumento de agosto a diciembre. Para el índice S se observa un aumento de febrero (11 taxones) a mayo (13 taxones), a diferencia del resto de los índices, y un aumento de agosto (7 taxones) a diciembre (10 taxones) al igual que el resto de los índices (Tabla 2).

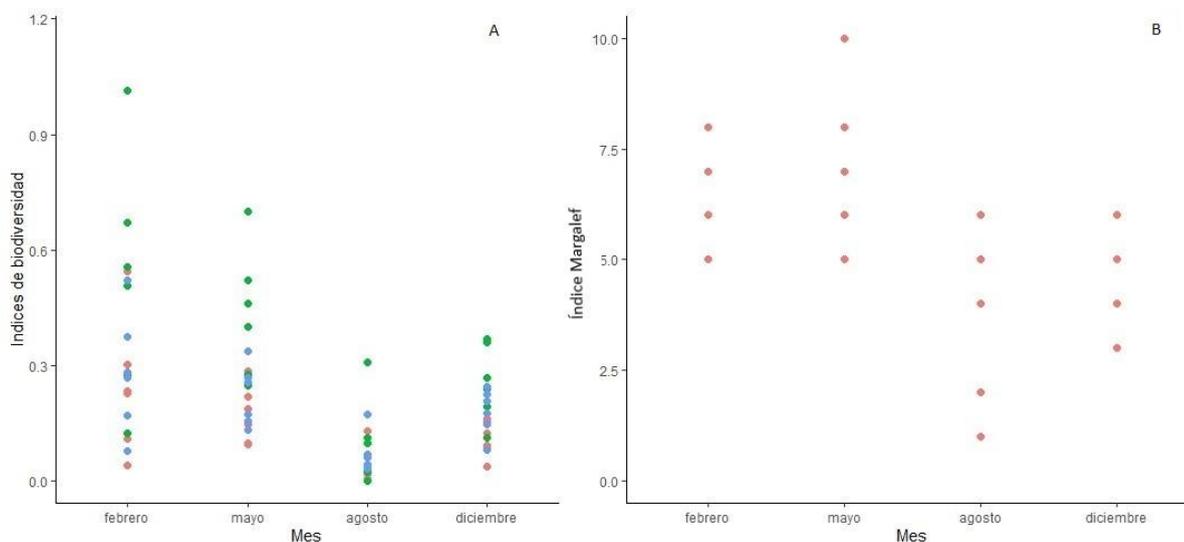


Figura 5: A: Valores de los índices Simpson (D) en color rojo, Shannon (H) en color verde y Pielou (J) en color azul de cada submuestra por mes. B: Valores del índice de Margalef (S) de cada submuestra por mes.

Tabla 2: Valores promedios de los índices en cada mes. D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef).

Mes	D	H	J	S
Febrero	0,265	0,636	0,276	10
Mayo	0,155	0,424	0,165	13
Agosto	0,032	0,106	0,055	7
Diciembre	0,112	0,298	0,136	9

Se evaluó si había alguna asociación entre los índices para los meses estudiados y efectivamente encontramos índices que están significativamente correlacionados (ver anexo tabla 2). Una vez analizada la correlación y viendo los valores de la tabla 3 continuamos el análisis usando los índices S y H (cuya correlación no resultó significativa a partir de los datos utilizados), lo que nos permite simplificar el análisis.

Tabla 3: Valores de Coeficiente de correlación de Pearson (r) para cada combinación de índices. En azul se marcó las fuertemente correlacionadas (p valor <0.05 ver tabla 2 anexo). D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef).

r	D	H	J	S
D	1	0,997	0,999	0,547
H	0,997	1	0,993	0,612
J	0,999	0,993	1	0,515
S	0,547	0,612	0,515	1

Para el índice de abundancia (H) realizamos un análisis usando un modelo lineal, evaluamos los supuestos y realizamos contrastes. Todos los supuestos se verificaron gráficamente. Los contrastes dieron como resultado lo que se muestra en la figura 4, vemos que la no superposición de los intervalos, comparando de a pares de meses, indica diferencias significativas en el índice de Shannon entre los meses comparados (p-valor < 0,05). Vemos que la menor abundancia es en agosto mientras que la mayor abundancia en febrero. El pico de abundancia coincide con el mes de mayor temperatura (febrero, 22,3°C) (Figura 6).

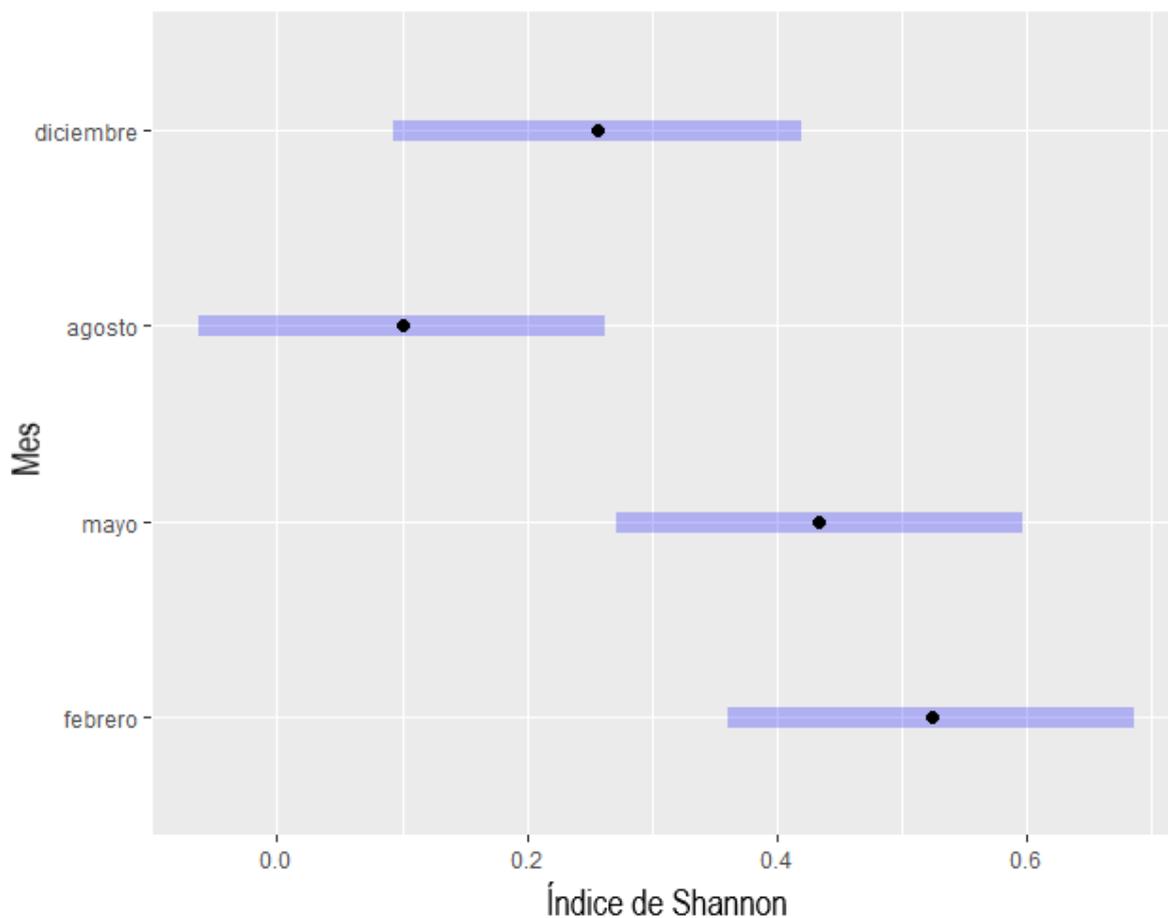


Figura 6: Intervalos de confianza del índice de Shannon (H) para cada mes. El punto negro es el valor medio de cada mes y los rectángulos lilas marcan los intervalos de confianza.

Para el índice de riqueza (S) se analizaron los contrastes analítica y gráficamente. Los contrastes dieron como resultado lo que se muestra en la figura 5, vemos que la no superposición de los intervalos, comparando de a pares de meses, indica diferencias significativas en el índice de Margalef entre los meses comparados (p -valor $< 0,05$). Vemos que la menor riqueza se da en el mes de menor temperatura (agosto, 10°C) mientras que la mayor se da en mayo ($16,3^{\circ}\text{C}$) a diferencia de lo que observábamos para el índice de Shannon (H)(Figura 7).

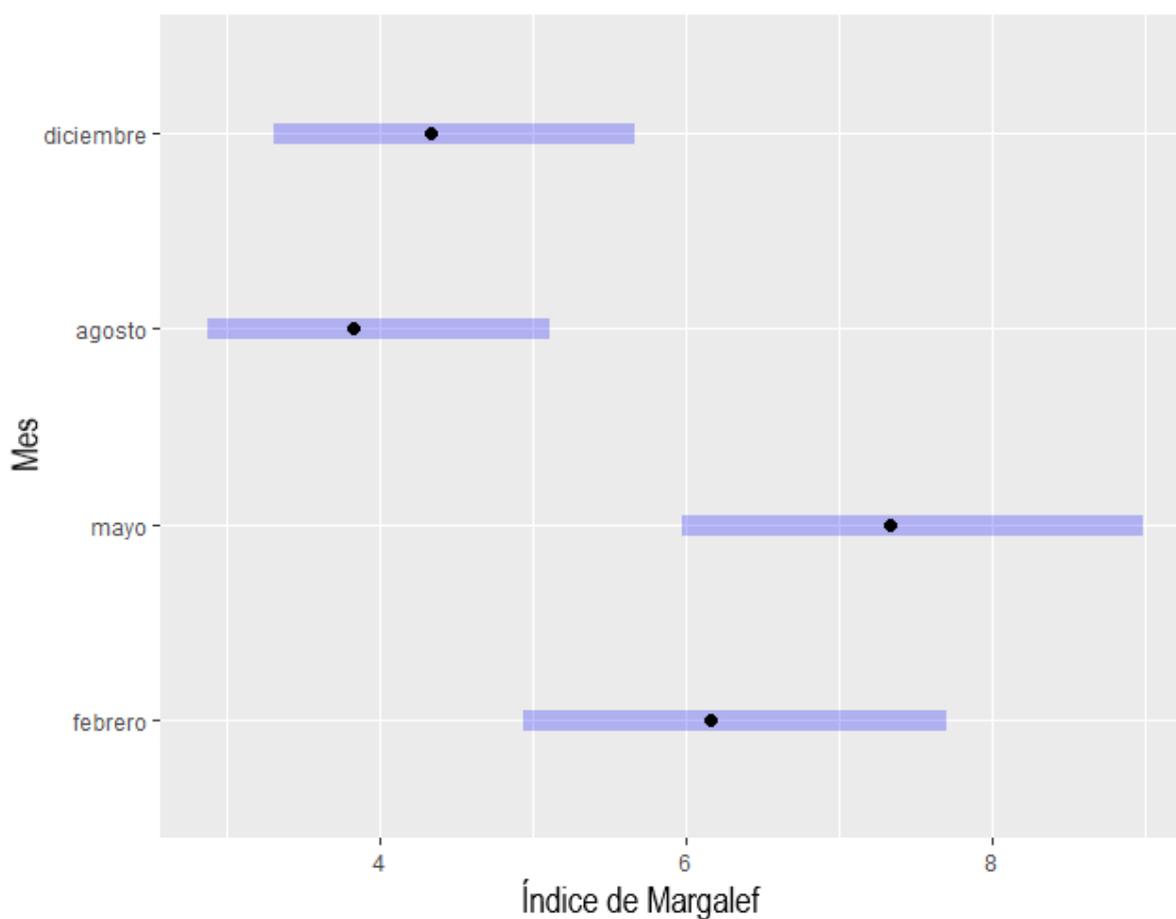


Figura 7: Intervalos de confianza del índice de Margalef (S) para cada mes. El punto negro es el valor medio de cada mes y los rectángulos lilas marcan los intervalos de confianza.

3.2 Parámetros poblacionales y morfométricos de *B. rodriguezii*

3.2.1 Densidad poblacional

Se obtuvieron los valores de la densidad en cada mes muestreado, obteniendo como resultado 110 individuos/cm² en el mes de febrero, 76 individuos/cm² en el mes de mayo, 68 individuos/cm² en el mes de agosto y 45 individuos/cm² en el mes de diciembre. Los resultados sugieren una tendencia a la disminución de este parámetro de febrero a diciembre como se muestra en la figura 8.

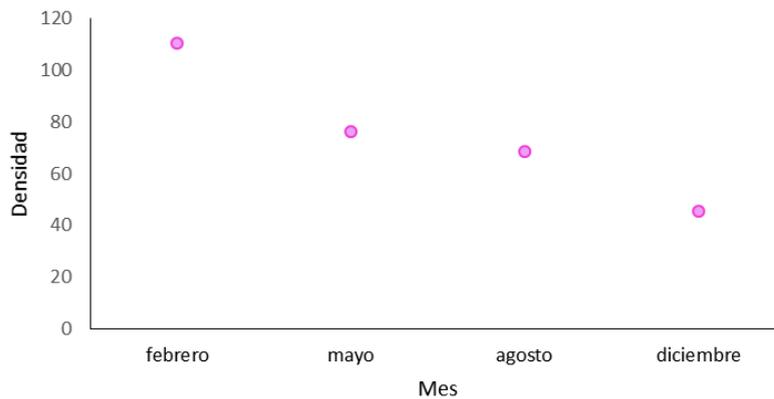


Figura 8: Densidad de *B. rodriguezii* (individuos/cm²) en función de los meses evaluados.

3.2.2 Parámetros morfométricos

En cuanto a la frecuencia relativa de cada rango de tallas para cada mes, la cantidad de reclutas se mantiene en valores por encima del 75 % en todos los meses (presentando un máximo en mayo) (Figura 9), excepto en diciembre donde disminuye notablemente la frecuencia (40%). Los rangos de tallas más abundantes para los individuos mayores de 4 mm LT son: en febrero 4 mm, en mayo 8 mm, en agosto y diciembre son 5 y 6 mm, con una frecuencia similar en agosto y más elevada en diciembre. No se encontraron diferencias significativas en el LT promedio entre los meses estudiados (X^2 : 1,91; GL: 3; p-valor > 0,05).

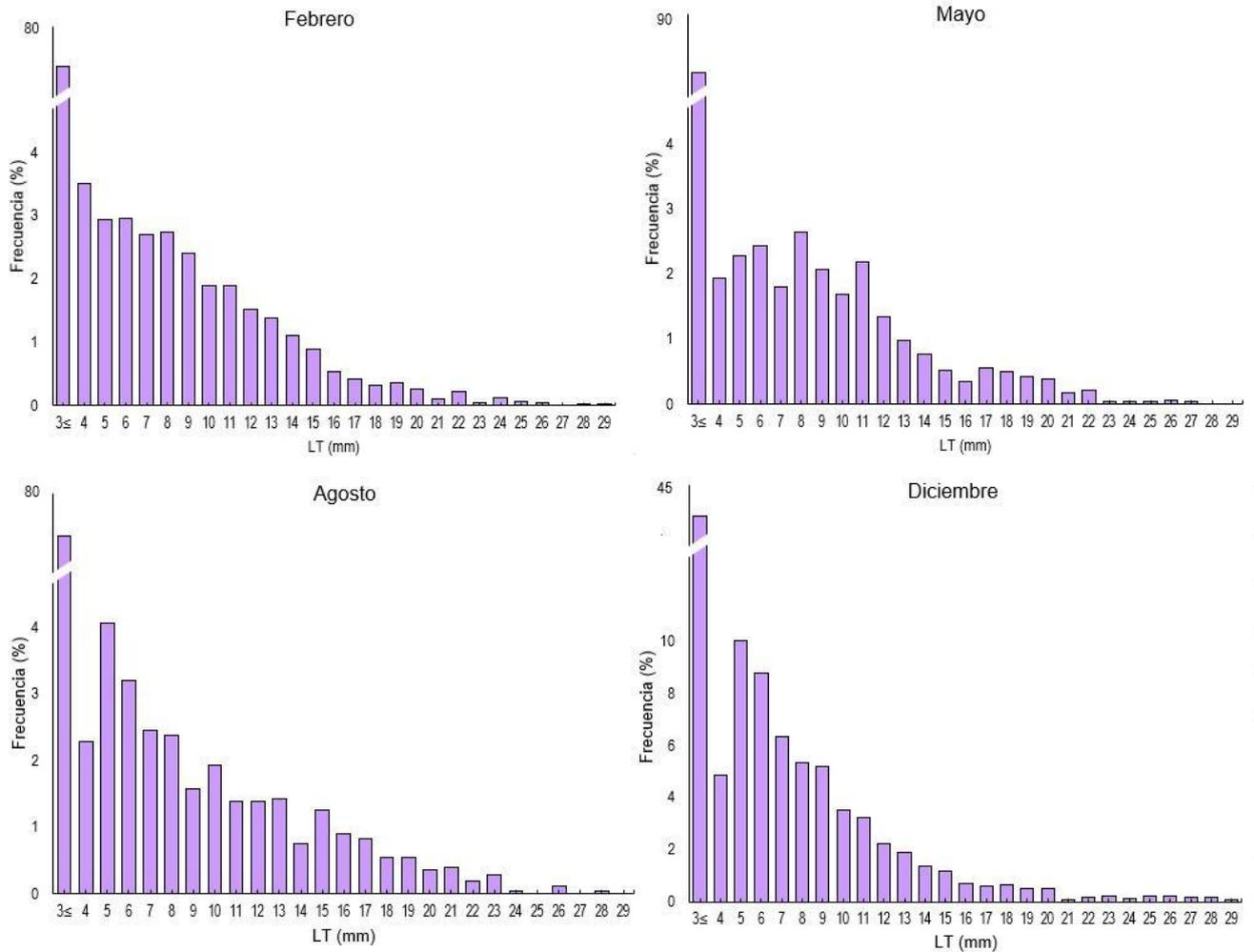


Figura 9: Frecuencias relativas para cada rango de largo total (LT) de *B. rodriguezii* para los meses evaluados (febrero, mayo, agosto y diciembre).

Por otro lado, considerando los rangos de tallas, analizamos si había cambios en la abundancia de individuos de tallas menores a 3.99 mm LT (reclutas) y mayores a 4 mm LT en los meses estudiados. La abundancia de reclutas varía entre los meses evaluados (p -valor=0.0028) (Figura 10) y se realizaron contrastes para comparar entre pares de meses gráfica y analíticamente (Tabla 4).

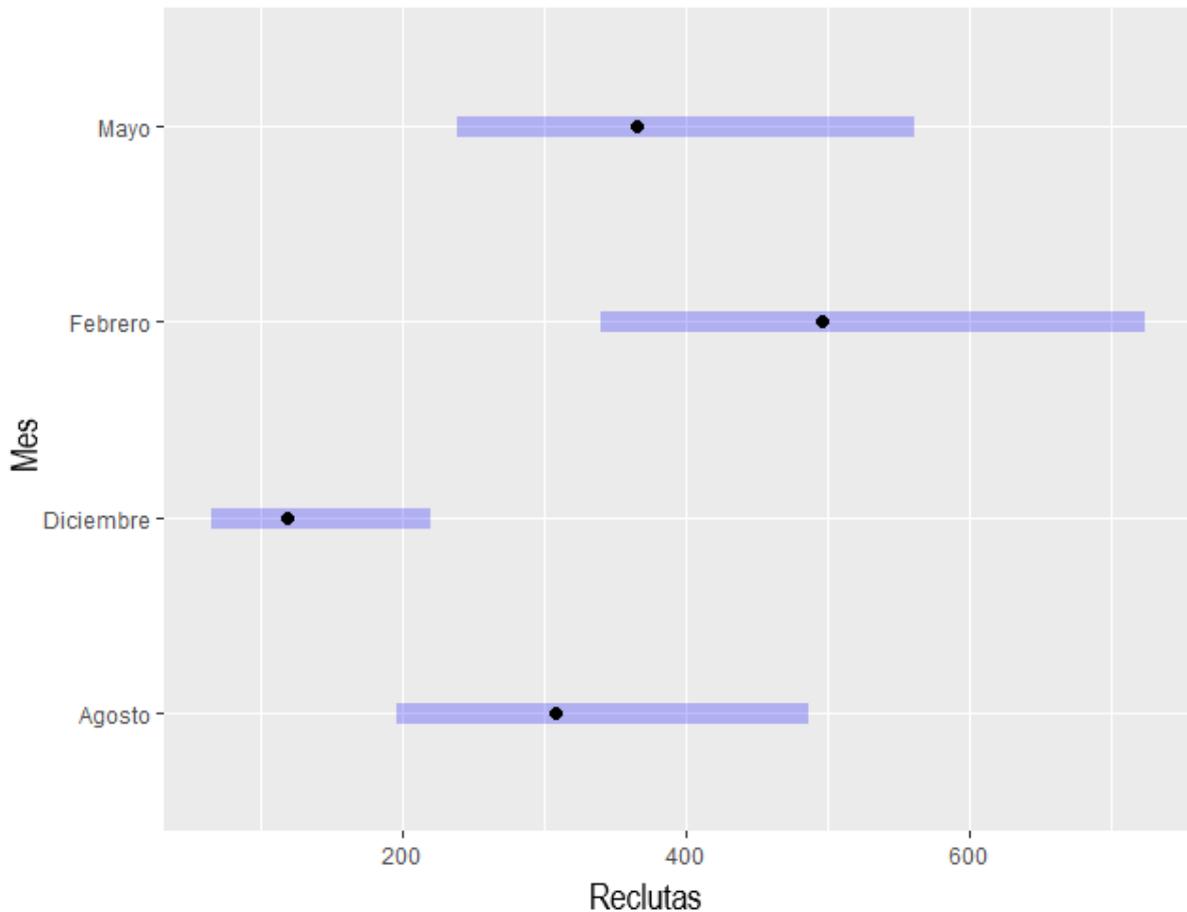


Figura 10: Número de de reclutas para cada mes. El punto negro es el valor medio de cada mes y los rectángulos lilas marcan los intervalos de confianza del 95%. Escala de la variable respuesta.

Del análisis de contrastes entre los meses se obtuvo que los intervalos de confianza de diciembre-febrero y diciembre-mayo difieren significativamente (no incluye al 0; ver Tabla 4). Esto quiere decir que el número de reclutas es significativamente mayor en febrero y mayo respecto de diciembre.

Tabla 4: Valores estimados e intervalos de confianza para cada contraste de meses (nivel de confianza del 95%; Tukey para comparar; Escala logarítmica). En azul se marcaron los intervalos de confianza que no incluyen al 0 por lo cual la diferencia es significativa. ES: error estándar; GL: grados de libertad; ICsup: intervalo de confianza superior; ICinf; intervalo de confianza inferior

Contrastes	Estimado	ES	GL	ICsup	ICinf
Agosto - Diciembre	0,953	0,365	19	-0,073	1,979
Agosto - Febrero	-0,474	0,284	19	-1,272	0,323
Agosto - Mayo	-0,169	0,300	19	-1,011	0,673
Diciembre - Febrero	-1,427	0,344	19	-2,394	-0,461
Diciembre - Mayo	-1,122	0,357	19	-2,126	-0,119
Febrero - Mayo	0,305	0,273	19	-0,464	1,074

Para el análisis de la abundancia de *B. rodriguezii* mayores a 4 mm LT en función de los meses se vio que la variación del número de mejillines dentro de los meses evaluados resultó no concluyente. Esto quiere decir que no se pudo rechazar la hipótesis nula la cual establece que el número de los mejillines no variaba entre estos meses (X^2 : 4.78 ; GL: 3 ; p-valor > 0,05).

3.3 Índices de diversidad y parámetros morfométricos en *B. rodriguezii*

En relación con el último objetivo planteado se realizó un análisis para evaluar si había alguna correlación entre el número de mejillines, su largo total , el número de reclutas y los índices de diversidad (Tablas 5 y 6). No se observó una correlación significativa y esto sugiere que los cambios en los índices que caracterizan la comunidad, son independientes de la abundancia de *B. rodriguezii* así como de la distribución de tallas.

Tabla 5: Valores de los índices, D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef), número de reclutas, (N): la abundancia de *B. rodriguezii* y LT: el largo total de *B. rodriguezii* en cada mes.

Mes	D	H	J	S	Reclutas	N	LT
Febrero	0,265	0,636	0,276	10	2971	1175	9,593
Mayo	0,156	0,424	0,165	13	2190	667	11,370
Agosto	0,033	0,106	0,055	7	1849	718	10,924
Diciembre	0,112	0,298	0,136	9	713	996	9,243

Tabla 6: Valores de Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los índices, número de reclutas, la cantidad de *B. rodriguezii* mayores a 4 mm (N) y el largo total de *B. rodriguezii* en cada mes. D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef). (p valor <0.05 ver tabla 4 anexo)

r	D	H	J	S	Reclutas	N	LT
D	1	0,997	0,999	0,547	0,648	0,686	-0,367
H	0,997	1	0,993	0,612	0,639	0,636	-0,321
J	0,999	0,993	1	0,515	0,622	0,721	-0,414
S	0,547	0,612	0,515	1	0,319	-0,145	0,310
Reclutas	0,663	0,643	0,522	0,604	1	0,184	0,270
N	0,579	0,470	0,609	-0,049	0,196	1	-0,897
Largo	-0,257	-0,158	-0,350	0,336	0,266	-0,893	1

4. Discusión

4.1 Diversidad de la comunidad

De acuerdo a los resultados de este estudio, *B. rodriguezii* es la especie con mayor abundancia en los meses muestreados y era de esperar su presencia dado que se encuentra desde la costa sur de Brasil hasta el norte de la provincia de Chubut, Argentina (Ríos, 2009). Seguido por los poliquetos errantes de la familia Syllidae, como *Syllis prolixa* que prefiere las zonas donde se encuentra *B. rodriguezii* (Borthagaray y Carranza, 2007). Los Bryozoa son el siguiente phylum y son un componente muy importante de la comunidad incrustante, llegando incluso a ser dominantes durante ciertas etapas sucesionales de las mismas. (Lichtschein de Bastida y Bastida, 1980). Son poco abundantes en el intermareal, sin embargo suelen encontrarse numerosas colonias en sustratos duros artificiales como muelles y puertos (Lichtschein de Bastida y Bastida, 1980). Los crustáceos anfípodos de la familia Caprellidae presentan poblaciones mucho más densas en sustratos artificiales que en sustratos naturales (Awal et al., 2016). Según Alonso (2004) los caprélidos son el segundo grupo de anfípodos más frecuentemente hallados en Mar del Plata después de los gamáridos y se encuentran principalmente en la costa. El siguiente grupo en orden decreciente de abundancia son los crustáceos del género *Balanus*, Calcagno (1995) menciona que por lo general viven en todas las profundidades y en una gran variedad de hábitats, pero la gran mayoría se encuentran en la zona intermareal de los ambientes rocosos. En Mar del Plata se han descrito 4 especies pertenecientes a este género, y se encuentran adheridos a rocas u otros sustratos duros (Spivak, 2004). Entre de los moluscos que acompañan a *B. rodriguezii*, se encuentra el mejillón *Mytilus platensis*, que se distribuye desde el sur de Brasil hasta los golfos norpatagónicos (Penchaszadeh, 2004), se encuentran en sustratos rocosos del piso medio e infralitoral y fondos móviles del infra y circalitoral, siendo poco frecuentes en los sustratos rocosos dominado por *B. rodriguezii* (Lasta et al., 1998).

De la caracterización de la comunidad en términos de índices, obtuvimos que la abundancia de especies, estimada con el índice de Shannon, disminuye de febrero a agosto y vuelve a aumentar en diciembre. Estos cambios podrían deberse al aumento del número de individuos de *B. rodriguezii*, que prácticamente se duplica en el mes de febrero respecto a agosto y por los crustáceos de la familia Caprellidae (aparecen marcadamente en el mes de febrero). Por otro lado, la abundancia de organismos cambia junto con la temperatura dado que su valor máximo se registró en el mes de mayor temperatura (febrero, 22,3°C) mientras que el menor valor se obtuvo en el mes de menor temperatura (agosto, 10°C). La abundancia de individuos asociadas a mejillín *B. rodriguezii* podría verse afectada por la temperatura, como proponen Adami et. al (2004), el calor y/o el estrés por desecación pueden ser una fuente importante de mortalidad en los organismos del intermareal. Sin embargo Scelzo et. al. (1996) plantean que la abundancia de organismos asociada a *B. rodriguezii* en Mar del Plata en distintos niveles del intermareal es baja frente a la dominancia del mejillín, aunque se destacan variaciones tanto del mitílido como de su fauna acompañante de manera estacional y en distintos niveles del intermareal. Del estudio del índice de Margalef, observamos que el mes de menor riqueza es agosto, el mes más frío (10°C) y encontramos la mayor riqueza en mayo, esto es algo que difiere entre índices por que si bien la menor riqueza y abundancia coinciden en el mes de menor temperatura, la mayor riqueza y abundancia no ocurren en el mismo mes. Las fluctuaciones estacionales de la temperatura y el fotoperíodo afectan a la producción primaria, es decir, a los niveles de fitoplancton presentes en el mar, siendo los valores más altos de fitoplancton en el mes de febrero (Carreto et al., 1995; Sar et al., 2010) y que esa abundancia podría servir de alimento para que otras especies se asienten en el muelle.

4.2 Parámetros poblacionales y morfométricos de *B. rodriguezii*

4.2.1 Densidad poblacional

En relación a los valores de densidad poblacional podemos ver que de febrero a diciembre la densidad disminuye gradualmente. Esto podría relacionarse con el momento reproductivo de la especie ya que las diferencias en la abundancia de mejillones a lo largo de las costas rocosas podrían estar determinadas principalmente por el reclutamiento de larvas (Arribas et al., 2015) y el periodo de desove más importante tiene lugar entre febrero y mayo, pero hay registros de organismos maduros en condiciones de reproducirse durante todo el año (Torroglosa y Giménez 2019). Por otro lado, el asentamiento de las larvas y postlarvas está influenciado por la ocurrencia de condiciones que favorezcan el reconocimiento de un sustrato favorable, lo que podría desencadenar en el asentamiento óptimo o la permanencia de la larva en la columna de agua si no encuentra un sustrato óptimo (Ompi, 2010). Dependiendo de las condiciones que se den en los distintos

momentos del año y la acción de factores que afectan el asentamiento de las larvas, como la intensidad del oleaje o las condiciones de mareas, podríamos observar un aumento en la densidad si las larvas se establecen en el banco. Además, la temperatura es uno de los parámetros ambientales más importantes relacionado con el ciclo reproductivo, así como la disponibilidad de alimento (Joubert et al., 2014) entre otros (Fearman y Moltschaniwskyj, 2010) que condicionan la presencia del mejillinar a lo largo del año. La variación en la temperatura dada la estacionalidad, influye en las tasas metabólicas que determinan diferentes cambios en la especie, como podrían ser sus tallas y su mortalidad (Drinkwater et al., 2010). Nuestros resultados muestran diferencias en la densidad que pueden deberse a que el hacinamiento de mejillones está limitado por una combinación de la acción de las olas y el espacio. Los bancos de mejillones de *B. rodriguezii* en Villa Gesell presentan una sola capa de individuos en la región superior y van sumando capas conforme aumenta la profundidad del pilote (zona del pilote estudiada) y esto podría deberse a que las fuerzas de las olas eliminan los bancos de mejillón de varias capas rápidamente después de que se desarrollan. Según Gutiérrez et al. (2015) los mejillones en montículos (bancos multicapas) muestran una menor fuerza de unión que los de una sola capa y, en consecuencia, las condiciones de las olas asociadas causan el desalojo detectable de mejillones en una alta proporción de montículos pero prácticamente no tienen impacto en áreas de bancos de una sola capa.

Por otro lado, la predación es otro factor que podría condicionar la densidad de *B. rodriguezii*, debido a que es alimento de otros organismos como la anémona *Bunodosoma zamponii*. Si bien las anémonas son predadores oportunistas, se estudió que esta especie de anémona ingiere mayormente a *B. rodriguezii* dado que no requiere de mucho gasto energético para capturarlo ya que no presenta gran movilidad al momento de huir de su predador (Erralde y Acuna, 2020).

4.2.2 Parámetros morfométricos

La frecuencia relativa de cada rango de tallas evidencia que no hay una diferencia significativa entre meses. Lo que sí observamos es que la cantidad de mejillines menores a 3,99 mm LT varía a lo largo del tiempo y es significativamente mayor que el resto de las tallas. A medida que pasa el tiempo se ve que empiezan a predominar valores de LT más altos debido al crecimiento del mejillín. Sin embargo, el análisis que planteaba si el LT varía entre los meses evaluados dio que no hay una variación significativa y esto podría deberse a que siempre hay presente mejillines de distintos LT en los meses evaluados. Por otro lado, la abundancia de reclutas es alta en los meses evaluados, y esto podría deberse a la actividad reproductiva continua del mejillín. Tomando en cuenta que la época reproductiva de las hembras de *B. rodriguezii* en Villa Gesell presenta picos importantes de evacuación

entre febrero y mayo pero se registran organismos en condiciones de desovar todo el año (Torroglosa y Gimenez, 2019), explicaría los altos valores de reclutas en los meses de febrero, mayo y agosto. Cuando evaluamos si la abundancia de reclutas cambiaba en el tiempo, se detectaron diferencias significativas entre los meses de diciembre-febrero y diciembre-mayo. Esto quiere decir que la abundancia de reclutas en los meses de febrero y mayo es significativamente mayor que en el mes de diciembre. Por otro lado, la abundancia de *B. rodriguezii* mayores a 4 mm LT no mostró variaciones significativas en los meses estudiados, sugiriendo su presencia constante a lo largo del año sin tener fuertes variaciones en su abundancia. Esto fue mencionado por numerosos trabajos previos en la costa bonaerense (López Gappa et al., 1990; Vallarino et al., 2002; Adami et al., 2008).

4.3 Índices de diversidad y parámetros morfométricos de *B. rodriguezii*

Por último, en relación a si la composición de la comunidad asociada a *B. rodriguezii* varía en función de la abundancia de reclutas y de *B. rodriguezii* de mayores tallas o si había alguna relación con las tallas de *B. rodriguezii*, no se encontró correlación entre los mismos. Es decir, el mejillín permite que otras especies se asienten independientemente de su distribución de tallas y abundancia. Pero por otro lado, un estudio de la dinámica de la comunidad asociada al tunicado *Pyura praeputialis* (Heller, 1878), un ingeniero ecosistémico en la Bahía de Antofagasta (Chile), observaron que a lo largo de la bahía no variaba la comunidad asociada a esa especie pero que las tallas de la misma sí diferían entre los puntos de muestreo (Cerdeña y Castilla, 2001). Este registro, sumando a nuestros resultados, sugieren que habría cierta independencia entre parámetros morfológicos de las especies ingenieras y la diversidad que la rodea.

5. Conclusiones

El presente estudio aporta evidencia para concluir que la primera hipótesis propuesta que planteaba si la comunidad asociada a *B. rodriguezii* variaba estacionalmente, no se puede rechazar. Debido a que la abundancia de especies difiere de manera significativa entre los meses de febrero y mayo con agosto y en cuanto a la riqueza de especies es mayor en mayo y difiere significativamente de agosto y diciembre. Esto nos permite concluir que efectivamente la comunidad asociada varía estacionalmente.

De la segunda hipótesis que planteamos respecto a la composición de la comunidad y si ésta variaba con la abundancia y el largo total del mejillín, llegamos a la

conclusión de que ninguno de estos parámetros afectaba de alguna manera a los índices y que por lo tanto no hay una relación entre la comunidad y los parámetros del mejillín.

Por otro lado, si bien la cantidad de reclutas variaba en función de los meses evaluados, no se encontró una correlación entre el número de reclutas y la riqueza de especies o la abundancia de organismos de la comunidad asociada al mejillín.

Con respecto a los objetivos se logró caracterizar la composición taxonómica de la comunidad asociada a *B. rodriguezii*, así como estudiar la variación temporal de la diversidad faunística de la comunidad del intermareal y por último, pudimos analizar si la composición se veía afectada debido a los parámetros del mejillín, por lo que pudimos cumplir con nuestros 3 objetivos.

6. Bibliografía

Adami, M.L., Tablado, A. y López Gappa J.J. (2004). Spatial and temporal variability in intertidal assemblages dominated by the mussel *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846). *Hydrobiologia*, 520: 49-59.

Adami, M.L., Tablado, A. y Sodor, M.A. (2008) Population dynamics of the intertidal mytilid *Brachidontes rodriguezii* (Bivalvia) on a rocky shore. *Thalassas*, 24: 21-27.

Adami, M.L., Schwindt, E., Tablado, A., Calcagno, J., Labraga, J.C. y Orensanz, L. (2018). Intertidal mussel beds from the South-western Atlantic show simple structure and uniform appearance: does environmental harshness explain the community? *Marine Biology Research*, 4: 403–419.

Alonso, G.M. (2004). Crustáceos anfípodos. En: Boschi E. E. y Cousseau M. B. (eds.) *La vida entre mareas: vegetales y animales de las costas de mar del plata, Argentina*. INIDEP. 169-178.

Arrighetti, F., Landro, S. M., Lambre, M. E., Penchaszadeh, P. E., y Teso, V. (2019). Multiple-biomarker approach in the assessment of the health status of a novel sentinel mussel *Brachidontes rodriguezii* in a harbor area. *Marine pollution bulletin*, 140: 451-461.

Arribas, L. P., Bagur, M., Gutiérrez, J. L., y Palomo, M. G. (2015). Matching spatial scales of variation in mussel recruitment and adult densities across southwestern Atlantic rocky shores. *Journal of Sea Research*, 95: 16-21.

Awal, S., Christie, A., y Nieuwesteeg, D. (2016). Substrate selectivity and food preference of the Caprellid Amphipod (*Caprella Penantis*); evaluation of a possible aquaculture resource for marine hatcheries. *Journal of Aquaculture & Marine Biology* 4(1), 00073.

Brown, A. C., y McLachlan, A. (1990). Ecology of sandy shores.

Borthagaray, A.I. y Carranza, A. (2007) Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecologica*, 31: 243–250

Bustamante, R.H. y Branch, G.M. (1996). The dependence of intertidal consumers on kelp-derived organic matter on the west coast of South Africa. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 196: 1–28.

Calcagno, J. A. (1995). *Dinámica poblacional del cirripedio *Balanus amphitrite* Darwin en un área afectada por contaminación cloacal* (Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Carranza, A., Defeo, O., Beck, M. y Castilla, J.C. (2009). Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Reviews in fish biology and fisheries*, 19:349–366.

Carreto, J.I., Lutz, V.A., Carignan, M.O., Cucchi Colleoni, A.D. y de Marcos S.G. (1995). Hydrography and chlorophyll a in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian Sea. *Continental shelf research*, 15: 315– 336.

Cerda, M., y Castilla, J. C. (2001). Diversidad y biomasa de macro-invertebrados en matrices intermareales del tunicado *Pyura praeputialis* (Heller, 1878) en la Bahía de Antofagasta, Chile. *Revista chilena de historia natural*, 74: 841-853.

Commito, J.A. y Rusignuolo, B.R. (2000) Structural complexity in mussel beds: the fractal geometry of surface topography. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 255: 133-152.

Connell, J. H. (1972). Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual review of ecology and systematics*, 3: 169–172.

Denny, M. W. y Paine, R.T. (1998). Celestial mechanics, sea level changes, and intertidal ecology. *Biological bulletin*, 194: 108–115.

Drinkwater, K. F., Beaugrand, G., Kaeriyama, M., Kim, S., Ottersen, G., Perry, R. I., y Takasuka, A. (2010). On the processes linking climate to ecosystem changes. *Journal of Marine Systems*, 79: 374-388.

Elías, R. (2002) Clave ilustrada para la identificación de poliquetos bonaerenses asociados

a la comunidad intermareal del bivalvo *Brachidontes rodriguezii* (d'Orbigny, 1846). Neotrópica, 48: 1-10.

Erralde, S. M., & Acuna, F. H. (2020). Trophic ecology of the intertidal sea anemone *Bunodosoma zamponii* (Cnidaria, Actiniaria): diet composition, seasonal variation and trophic parameters. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 92.

Fearman, J.A. y Moltschaniwskyj, N.A. (2010). Warmer temperatures reduce rates of gametogenesis in temperate mussels, *Mytilus galloprovincialis*. Aquaculture, 305: 20– 25.

Günther, C. P. (1996). Development of small *Mytilus* beds and its effects on resident intertidal macrofauna. P.S.Z.N.I. Marine ecology, 17: 117–130.

Gutiérrez, J. L., Palomo, M. G., Bagur, M., Arribas, L. P., y Soria, S. A. (2015). Wave action limits crowding in an intertidal mussel. Marine Ecology Progress Series, 518, 153-163.

Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., (1994). Organisms as ecosystem engineers. Oikos 69, 373–386.

Joubert, C., Linard, C., Le Moullac, G., Soyeux, C. y Saulnier, D. (2014). Temperature and food influence shell growth and mantle gene expression of shell matrix proteins in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. PLoS ONE, 9: e103944. doi:10.1371/journal.pone.0103944

Lasta, M. L., Ciocco, N. F., Bremec, C., y Roux, A. (1998). Moluscos bivalvos y gasterópodos. En Boschi E. E. (Ed): Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos. El mar argentino y sus recursos pesqueros. 2: 115-142.

Lichtschein de Bastida, V., y Bastida, R. (1980). Los briozoos de las comunidades incrustantes de puertos argentinos. V Congreso Internacional de Corrosión Marina e Incrustaciones, 371-390.

López Gappa, J.J, Tablado, A. y Magaldi, N.H. (1990). Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachydontes rodriguezii*. Marine ecology progress series, 63: 163–175.

Marcomini, S. C., y López, R. A. (1997). Influencia de la urbanización en la dinámica costera, Villa Gesell, provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 4: 79-96.

Nehls, G. y Thiel, M. (1993). Large-scale distribution patterns of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea of Schleswig- Holstein: do storms structure the ecosystem? *Netherlands Journal of Sea Research*, 31:181–187.

Ompi, M. (2010). Settlement behaviour and size of mussel larvae from the family Mytilidae *Brachidontes erosus* (Lamarck, 1819), *Brachidontes rostratus* (Dunker, 1857), *Trichomya hirsutus* (Lamarck, 1819), and *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Journal of Coastal Development*, 13: 215-227.

Orensanz, J.M. (1986). Size, environment, and density: the regulation of a scallop stock and its management implications. En: Jamieson, G.S. y Bourne, N. (Eds.). *North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates*. Canadian special publication of fisheries and aquatic science, 92: 195-227.

Penchaszadeh, P.E. (1973). Ecología de la comunidad del mejillín (*Brachydontes rodriguezii* d'Orb.) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina): el proceso de recolonización. *Physis*, 32: 51–64.

Penchaszadeh P. E. (2004). Caracoles, almejas y mejillones. En: Boschi E. E. y Cousseau M. B. (ds.) *La vida entre mareas: vegetales y animales de las costas de mar del plata, Argentina*. INIDEP. 253-270.

Perillo, G. M. (1979). Cálculo del volumen de sedimentos de la playa frontal en el área de Punta Médanos, provincia de Buenos Aires. *Acta oceanográfica Argentina*, 2:31–55.

Petes, L.E., Menge, B.A. y Harris, A.L. (2008). Intertidal mussel's exhibit energetic trade offs between reproduction and stress resistance. *Ecological monographs*, 78: 387–402.

R Core Team (2020) RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA
URL <http://www.rstudio.com/>

Ríos, E.C. (2009). Compendium of Brazilian sea shells. Evangraf, Río Grande, RS 676 pp.

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: 451–460.

Scelzo, M.A., Elias, R., Vallarino, E.A., Charrier, M., Lucero, N. y Alvarez, F. (1996) Variación estacional de la estructura comunitaria del bivalvo intermareal *Brachidontes rodriguezii* (D'Orbigny, 1846) en sustratos artificiales (Mar del Plata, Argentina). *Neritica*, 10: 87-102.

Servicio de Hidrografía Naval (tablas de mareas años 2011- 2013)
http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/Tmareas/Form_Tmareas.asp

Spivak E. (2004), Crustáceos cirripedios. En: Boschi E. E. y Cousseau M. B. (Eds.) *La vida entre mareas: vegetales y animales de las costas de mar del plata, Argentina*. INIDEP. 163-168.

Suchanek, T.H. (1986) Mussels and their role in structuring rocky shore communities. En: *The Ecology of Rocky Coasts* (P.G. Moore & R. Seed, eds), 70-96. Hodder and Stoughton, Sevenoaks.

Tait, R. V. y R. S. De Santo. (1972). *Elements of marine ecology*. Springer. New York. EE UU. 327 p.

Thiel, M. y Ullrich, N. (2002) Hard rock versus soft bottom: the fauna associated with intertidal mussel beds on hard bottoms along the coast of Chile, and considerations on the functional role of mussel beds. *Helgoland Marine Research* 56: 21–30.
<https://doi.org/10.1007/s10152-001-0098-3>

Torroglosa, M.E. y Giménez, J. (2019). Reproductive strategy of *Brachidontes rodriguezii* (Bivalvia: Mytiloidea) in the South-western Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99: 155-162. doi:10.1017/S0025315417001825

Tsuchiya, M. y Nishihira, M. (1985) Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal

animals: effect of island size on community structure. *Marine Ecology Progress Series* 25:71–81.

Vallarino, E.A., Rivero, M.S., Gravina, M.C y Elías, R. (2002). The community-level response to sewage impact in intertidal mytilid beds of the Southwestern Atlantic and the use of the Shannon index to assess pollution. *Revista de biología marina y oceanografía*, 37: 25–33.

7. Anexo

Tabla 1: Valores del estadístico de T Student para cada combinación de índices: D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef).

T stud	D	H	J	S
D	-	14,809	23,133	0,777
H	14,809	-	9,770	0,921
J	23,133	9,770	-	0,715
S	0,777	0,921	0,715	-

Tabla 2: Valores de significancias para cada combinación de índices: p (p-valor); D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef). En rojo las que significativamente están correlacionadas.

p	D	H	J	S
D	-	0,005	0,002	0,518
H	0,005	-	0,010	0,454
J	0,002	0,010	-	0,549
S	0,518	0,454	0,549	-

Tabla 3: Valores del estadístico de T Student para cada combinación de índices, D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef), número de reclutas, N: abundancia de *B. rodriguezii* y LT: largo total de *B. rodriguezii* en cada mes.

T stud	D	H	J	S	Reclutas	N	LT
D	-	14,809	23,133	0,777	1,012	1,121	-0,469
H	14,809	-	9,770	0,921	0,988	0,980	-0,403
J	23,133	9,770	-	0,715	0,945	1,239	-0,541
S	0,777	0,921	0,715	-	0,400	-0,174	0,387
Reclutas	1,053	0,997	0,727	0,900	-	0,222	0,333
N	0,845	0,634	0,913	-0,059	0,237	-	-2,409
Largo	-0,317	-0,191	-0,444	0,424	0,328	-2,365	-

Tabla 4: Valores de significancia (p (p-valor)) para cada combinación de índice: D (Simpson); H (Shannon); J (Pielou); S (Margalef) y para cada parámetro: número de reclutas, N: abundancia de *B. rodriguezii* y LT: el largo total de *B. rodriguezii* en cada mes.

p	D	H	J	S	Reclutas	N	LT
D	-	0,005	0,002	0,518	0,418	0,379	0,685
H	0,005	-	0,010	0,454	0,427	0,431	0,726
J	0,002	0,010	-	0,549	0,444	0,341	0,643
S	0,518	0,454	0,549	-	0,728	0,878	0,736
Reclutas	0,403	0,424	0,543	0,463	-	0,845	0,771
N	0,487	0,591	0,458	0,958	0,835	-	0,138
Largo	0,782	0,866	0,700	0,713	0,774	0,142	-