



**"ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y VARIABILIDAD TEMPORAL
DE UN ENSAMBLE DE NUDIBRANQUIOS EN
UN ARRECIFE COSTERO DEL GOLFO SAN MATÍAS"**

Cetra Nicolás

Directora: Dra. Roche María Andrea de las Mercedes

Co-director: Dr. Gutiérrez Gregoric Diego Eduardo

Licenciatura en Biología Marina
Escuela Superior de Ciencias Marinas
Universidad Nacional del Comahue

2019



“ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y VARIABILIDAD TEMPORAL

DE UN ENSAMBLE DE NUDIBRANQUIOS EN

UN ARRECIFE COSTERO DEL GOLFO SAN MATÍAS”



Autor: Cetra Nicolás



Directora: Dra. Roche María Andrea de las Mercedes



Co-director: Dr. Gutiérrez Gregoric Diego Eduardo

Licenciatura en Biología Marina
Escuela Superior de Ciencias Marinas
Universidad Nacional del Comahue

2019

A mis padres Beto y Ana, por apoyarme siempre

A mi abuela Antonia, por ayudarme a cumplir mi
sueño como si fuera suyo

“Haz de tu vida un sueño,
y de tu sueño una realidad”

Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMIENTOS

Transitar por una carrera universitaria no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo afirmar es que ha sido sumamente gratificante, no solo por haber logrado mi meta, sino porque tuve la gran oportunidad de compartir esta etapa con grandes personas que de una manera u otra aportaron lo suyo para que haya llegado a donde estoy, no hay palabras para agradecer a todas las personas que hicieron esto posible.

Agradezco especialmente a quien inició mi interés por la investigación, mi directora **Andrea**, gracias por confiar en mí desde el principio, por guiarme, inspirarme y abrirme las puertas no sólo en lo académico sino también en lo personal. Gracias por brindarme todo para desarrollar mis ideas y por siempre avanzar a mi lado ayudándome a cumplir mis metas.

A mi co-director **Diego**, que en un principio no me creía que en los ependorf había algo, gracias por haber aceptado este proyecto, por brindarme las herramientas necesarias para poder ampliar mi formación y por el tiempo dedicado a revisar esta tesis.

A **Mati**, gracias por tantos momentos compartidos, por todo el apoyo y por estar siempre.

A la **Escuela Superior de Ciencias Marinas**, gracias a los profesores por la formación brindada, por incentivar me a mejorar día a día, a **Sole, Fausto y Lore**, por permitirme participar en sus proyectos, por sus consejos y por ayudarme cuando lo necesité y a **Paula**, por la buena onda de siempre. Quiero agradecer también al personal no docente por brindarme su ayuda y guía siempre.

A **Claudio, Laura** y a todos los que forman parte de **Cota Cero Buceo**, primero gracias por permitirme incursionar y formarme en el mundo del buceo deportivo, trabajar con

ustedes es una de las mejores experiencias que rescato de esta etapa. Y por supuesto gracias por siempre darme la libertad de poder relacionar mi carrera con el buceo y realizar todos los muestreos para esta tesis.

A mi querida escuela **Inchausti**, a la que le debo gran parte de mi formación, por prepararme para comenzar mi carrera y por los grades amigos que me dió.

A **Nico, Agustina, Agustín y Miriam**, por estar más allá de la distancia.

A mis compañeros de la carrera **Giuli, Lucas, Maite, Emi, Maca, Andrea, Eli, Luna y Luss** por todos los momentos que hemos compartido dentro y fuera del ámbito de la universidad.

A **Malala y Guada**, por las charlas, cenas, salidas de avisajes y por siempre estar.

A **Mariela y Agus**, por todos los momentos compartidos, los viajecitos improvisados y por el apoyo que siempre me dan y a **Caro**, por todos los momentos que compartimos mientras estuviste en San Antonio y por seguir estando a pesar de la distancia.

No puedo dejar de darle gracias a **Juli**, mi amiga incondicional, con quien siempre puedo contar, que me acompañó durante estos años, por el todo el apoyo en las buenas y en las no tan buenas GRACIAS.

Les agradezco, también, a **Cesar y Mayda**, por hacer que siempre me haya sentido acompañado y no tan lejos de casa. Gracias por las charlas, los viajes, los cumpleaños y por todos los momentos que me permitieron compartir con ustedes.

Un agradecimiento especial a la **Tía Norma** que siempre nos acompaña en lo que sea.

A **mis Abuelos y Tíos** que siempre me apoyan más allá de la distancia.

A **mis hermanos, Martín y Romí**, a **Kelo y Mer mis cuñados**, con quienes puedo contar a pesar de la distancia y me acompañan siempre.

A mis sobrinos, **Flor, Aye, Bauti, Oli y Clemen** que me hacen inmensamente feliz y son el mejor regalo que mis hermanos me dieron. Y por supuesto también a los **“sobrinos postizos”, Manu y los mellis, Salva y Ciro**, con los que disfruto cada momento.

Por último, los más importantes, los que me dan todo, mis **“viejos” Ana y Beto**, por los valores con los que me criaron, por darme la oportunidad estudiar esta carrera, por apoyarme en todas las decisiones que tomo sin importar que sea, por siempre brindarme todo lo que está a su alcance para que cumpla mis metas. A ellos que con un simple saludo por teléfono saben lo que pasa, a ellos les doy las GRACIAS!!

“Son muchas las manos y los corazones que contribuyen con el éxito de una persona” Walt Disney



ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 2. OBJETIVOS..... | 7 |
| 2.1. Objetivo General..... | 7 |
| 2.2. Objetivos Particulares..... | 7 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 3.1 ANTECEDENTES..... | 8 |
| 3.2. SISTEMÁTICA..... | 8 |
| 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS NUDIBRANQUIOS..... | 9 |
| 3.3.1. ANATOMÍA EXTERNA..... | 9 |
| 3.3.1.1. Manto..... | 10 |
| 3.3.1.2. Rinóforos..... | 10 |
| 3.3.1.3. Ojos..... | 11 |
| 3.3.1.4. Tentáculos orales..... | 11 |
| 3.3.1.5. Branquias..... | 12 |
| 3.3.1.6. Ceratas..... | 13 |
| 3.3.2. REPRODUCCIÓN..... | 14 |
| 3.3.3. CICLO DE VIDA GENERALIZADO DE UN NUDIBRANQUIO..... | 15 |
| 3.3.4. ALIMENTACIÓN Y SISTEMA DIGESTIVO..... | 16 |
| 3.3.5. MÉTODOS DE DEFENSA..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA..... | 19 |
| 3.5. IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y SOCIO – ECONÓMICA..... | 20 |
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 22 |
| 4.1. ÁREA DE ESTUDIO..... | 22 |
| 4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 24 |
| 4.2.1. Trabajo de campo..... | 24 |
| 4.2.2. Procesamiento de muestras..... | 25 |
| 4.3. ANÁLISIS DE DATOS..... | 27 |
| 4.3.1. Riqueza..... | 27 |
| 4.3.2. Índice de Shannon-Weaver..... | 27 |
| 4.3.3. Variabilidad temporal en la abundancia total..... | 28 |
| 4.3.4. Clasificación de las especies de acuerdo a la frecuencia de aparición..... | 28 |
| 5. RESULTADOS..... | 30 |
| 5.1. COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE NUDIBRANQUIOS EN EL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS..... | 30 |
| 5.1.1. Listado taxonómico..... | 30 |
| 5.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA..... | 34 |
| 1. <i>Cadlina sparsa</i> (Odhner, 1921)..... | 34 |
| 2. <i>Coryphella verta</i> Marcus, 1970..... | 36 |
| 3. <i>Cuthona valentini</i> (Eliot, 1907) | 38 |
| 4. <i>Diaulula punctualata</i> (d'Orbigny, 1837)..... | 40 |
| 5. <i>Gargamella immaculata</i> Bergh, 1894..... | 42 |
| 6. <i>Geitodoris patagonica</i> Odhner, 1926..... | 43 |
| 7. <i>Rostanga pulchra</i> MacFarland, 1905..... | 45 |

| | |
|---|----|
| 8. <i>Doto uva</i> Marcus, 1955..... | 47 |
| 9. <i>Facelina</i> sp. | 49 |
| 10. <i>Trapania</i> sp. | 51 |
| 11. <i>Polycera marplatensis</i> Franceschi, 1928 | 53 |
| 12. <i>Polycera quadrilineata</i> (Müller, 1776) | 55 |
| 13. <i>Tritonia odhneri</i> Marcus, 1959..... | 57 |
| 5.1.4. CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE NUDIBRANQUIOS DEL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS..... | 60 |
| 5.2. DIVERSIDAD DE NUDIBRANQUIOS EN EL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS..... | 62 |
| 5.2.1. Abundancia..... | 62 |
| 5.2.2. Riqueza potencial máxima..... | 63 |
| 5.2.3. Variabilidad temporal en la abundancia total | 63 |
| 5.2.4. Diversidad..... | 67 |
| 5.2.5. Registro de la temperatura..... | 69 |
| 5.3. EVENTOS DE REPRODUCCIÓN..... | 71 |
| 5.4. PATRONES DE SELECCIÓN DE SUSTRATO | 72 |
| 5.5. CLASIFICACIÓN DE LOS NUDIBRANQUIOS DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE APARICIÓN..... | 73 |
| 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN..... | 74 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 82 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructuras externas presentes en el cuerpo de un nudibranquio. A) Forma de los <i>doridáceos</i> (branquias externas); B) Forma de los <i>eolidáceos</i> (dorso con ceratas)..... | 9 |
| Figura 2. Superficie del manto. A) Liso; B) Tubérculos; C) Tubérculos carofilídeos; D) Ceratas..... | 10 |
| Figura 3. Diferentes morfologías de los rinóforos. A) Liso; B) Rugoso; C) Foliado; D) Lamelado..... | 10 |
| Figura 4. Vista dorsal, donde pueden verse los ojos detrás de los rinóforos (flecha)..... | 11 |
| Figura 5. Apéndices orales. A) Velo oral; B) Velo oral y Tentáculos orales; C) Tentáculos orales; D) Tentáculos orales y propodiales (VO = velo oral; TO = tentáculos orales; TP = tentáculos propodiales)..... | 12 |
| Figura 6. Diferentes tipos de branquias en dóridos. A) Unipinnada; B) Bipinnada; C) Tripinnada; D) Penacho branquial rodeando la papila anal..... | 13 |
| Figura 7. Diferentes tipos de Ceratas. A) Ramificaciones del sistema digestivo; B) Ramificaciones del sistema digestivo y cnidosaco; C y D) Cnidosaco. (SD = Sistema Digestivo; CS = cnidosaco)..... | 14 |
| Figura 8. Reproducción y puestas. A) Ejemplares de <i>Diaulula punctuolata</i> en cópula; B) <i>Geitodoris patagonica</i> realizando la puesta; C – E) Puestas de diferentes especies..... | 15 |
| Figura 9. Ciclo de vida generalizado de un nudibranquio observado por el autor..... | 16 |

| | |
|---|----|
| Figura 10. Alimentación en nudibranquios. A) <i>Trapania</i> sp., predando sobre algas rojas; B) <i>Diaulula punctuolata</i> , predando sobre esponjas; C) <i>Geitodoris patagonica</i> , predando sobre briozoos; D) <i>Doto uva</i> , predando sobre hidrozooos..... | 17 |
| Figura 11. Rádula. A) Vista general de la rádula; B) Detalle de la zona central de la rádula. (C = diente central; F= filas de dientes de la rádula; L = diente lateral; M = dientes marginales)..... | 18 |
| Figura 12. Métodos de defensa. A y B) Colores de aviso; C) <i>Geitodoris patagonica</i> camuflándose..... | 19 |
| Figura 13. Registros mundiales de nudibranquios (datos obtenidos de GBIF 1950 – 2019 y adecuados en mapa utilizado el programa QGIS)..... | 20 |
| Figura 14. Ubicación del sitio de estudio, Parque Submarino Las Grutas..... | 23 |
| Figura 15. Imagen del sitio de estudio..... | 24 |
| Figura 16. Trabajo de campo. A) Buzo recorriendo las transectas de muestreo; B) Escalón de piedra; C) Fondo de arena; D) Computadora de buceo que registra profundidad, temperatura y tiempo del buceo..... | 25 |
| Figura 17. Especies de nudibranquios observadas en el Parque Submarino Las Grutas A) <i>Cadlina sparsa</i> ; B) <i>Coryphella verta</i> ; C) <i>Cuthona valentini</i> ; D) <i>Diaulula punctuolata</i> ; E) <i>Gargamella immaculata</i> ; F) <i>Geitodoris patagonica</i> ; G) <i>Rostanga pulchra</i> ; H) <i>Doto uva</i> | 32 |
| Figura 18. Especies de nudibranquios observadas en el Parque Submarino Las Grutas A) <i>Facelina</i> sp.; B) <i>Trapania</i> sp; C) <i>Polycera marplatensis</i> ; D) <i>Polycera quadrilinetata</i> ; E) <i>Tritonia odhneri</i> | 33 |



Figura 19. *Cadlina sparsa*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central y primeros laterales; **D)** Detalle de los dientes laterales externos. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 100 μm ; **C)** 50 μm ; **D)** 20 μm35

Figura 20. *Coryphella verta*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central y lateral; **D)** Mandíbula y borde masticatorio. Barras de escala: **A y D)** 1 mm; **B)** 100 μm ; **C)** 20 μm37

Figura 21. *Cuthona valentini*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central; **D)** Vista inclinada del diente central. Barras de escala: **A)** 1 mm; **B - D)** 20 μm39

Figura 22. *Diaulula punctuolata*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 500 μm ; **C)** 200 μm41

Figura 23. *Gargamella immaculata*. **A)** Espécimen vivo. Barra de escala: 10 mm.....42

Figura 24. *Geitodoris patagonica*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 1 mm; **C)** 100 μm44

Figura 25. *Rostanga pulchra*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales; **D)** Detalle del primer lateral. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 200 μm ; **C)** 100 μm ; **D)** 20 μm46

Figura 26. *Doto uva*. **A)** Espécimen vivo, con puesta en la zona posterior; **B)** Vista general de la rádula; **C y D)** Detalle del diente central. Barras de escala: **A)** 1 mm; **B)** 50 μm ; **C y D)** 10 μm48

Figura 27. *Facelina* sp. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central; **D)** Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 100 μm ; **C y D)** 50 μm50

| | |
|--|----|
| Figura 28. <i>Trapania</i> sp. A) Espécimen vivo; B) Vista general de la rádula; C) Dientes laterales; D) Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: A) 1 mm; B y D) 50 μm ; C) 20 μm | 52 |
| Figura 29. <i>Polycera marplatensis</i> . A) Espécimen vivo; B) Vista general de la rádula; C) Dientes laterales; D) Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: A) 10 mm; B) 200 μm ; C) 50 μm ; D) 100 μm | 54 |
| Figura 30. <i>Polycera quadrilineata</i> . A) Espécimen vivo; B) Vista general de la rádula; C) Dientes laterales y marginales; D) Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: A) 10 mm; B y D) 100 μm ; C) 50 μm | 56 |
| Figura 31. <i>Tritonia odhneri</i> . A) Espécimen vivo; B) Vista general de la rádula; C) Dientes laterales y marginales; D) Detalle del primer lateral. Barras de escala: A) 10 mm; B y D) 1 mm; C) 100 μm | 58 |
| Figura 32. Puestas de algunos nudibranchios halladas en los muestreos del GSM. A) <i>Cuthona valentini</i> ; B) <i>Rostanga pulchra</i> ; C) <i>Diaulula punctuolata</i> ; D) <i>Gargamella immaculata</i> ; E) <i>Geitodoris patagonica</i> ; F) <i>Doto uva</i> ; G) <i>Polycera marplatensis</i> ; H) <i>Polycera quadrilineata</i> . Barras de escala: A y F) 1 mm; B - E y G - H) 10 mm..... | 59 |
| Figura 33. Número de ejemplares por especie registrados en cada mes de muestreo..... | 62 |
| Figura 34. Curva de acumulación de especies..... | 63 |
| Figura 35. Abundancia total por especie..... | 65 |
| Figura 36. Número de ejemplares por especie..... | 66 |
| Figura 37. Abundancia relativa de las especies de nudibranchios presentes en este estudio..... | 67 |
| Figura 38. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) entre estaciones anuales en base a la matriz de similitud de Bray-Curtis..... | 68 |



Figura 39. Abundancia relativa de las especies por estación.....69

Figura 40. Registros de la temperatura media durante los muestreos.....69

Figura 41. Variación de la abundancia mensual de las especies de nudibranquios con respecto a la temperatura del agua.....70

Figura 42. Diferentes sustratos en los que se observaron las especies de nudibranquios.....72

Nota: Todas las imágenes (fotos y esquemas) utilizadas en esta tesis fueron realizadas por el autor de la misma.



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. ANOVA de dos vías comparando las abundancias de las especies entre estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) y años (2017 y 2018)..... | 64 |
| Tabla 2. Abundancias totales (Nt) de las especies de nudibranchios por mes..... | 65 |
| Tabla 3. Registro de puestas de cada especie..... | 71 |
| Tabla 4. Frecuencia de aparición de las especies de nudibranchios..... | 73 |

RESUMEN

Los nudibranquios, comúnmente conocidos como babosas marinas, son considerados como uno de los grupos de organismos más diversos dentro de los moluscos marinos, por su amplia variedad de formas, tamaños y colores. Con más de 3000 especies descritas, habitan los mares de todo el mundo, estando presentes tanto en aguas cálidas como frías, y desde zonas intermareales hasta áreas más profundas. Desempeñan un rol muy importante en los ambientes costeros ya que se alimentan de distintos organismos bentónicos, incluyendo a otras especies congéneres. El Golfo San Matías (GSM), considerado como un “hot-spot” en diversidad de moluscos, cuenta con sólo cinco especies de nudibranquios registradas. El objetivo de este estudio fue determinar la composición y estructura del ensamble de nudibranquios presentes en un sitio puntal del golfo (Parque Submarino Las Grutas), para lo que se evaluó la abundancia, diversidad y variabilidad temporal de las especies encontradas. Los muestreos se realizaron mediante buceo entre febrero de 2017 y diciembre de 2018 y los ejemplares fueron identificadas teniendo en cuenta caracteres morfológicos externos e internos, comparándolos con la bibliografía existente. Se registraron 13 especies, de las cuales 12 comprenden nuevos registros para el área, nueve expanden su distribución geográfica conocida y dos representan nuevos registros para la costa Argentina. Si bien, la composición del ensamble no presentó diferencias estadísticas significativas en la variabilidad temporal entre las estaciones climáticas, se observó un aumento el número de individuos registrados los durante meses cálidos. En este estudio se presenta una lista actualizada de los nudibranquios (Gastropoda, Heterobranchia) del GSM, lo que representa una importante adición al conocimiento sobre la biodiversidad de estos organismos en golfo y la costa Argentina. Así mismo, las descripciones realizadas, las fotografías de las especies y sus puestas en ambiente natural, como así también la clave de



reconocimiento generada a partir de este estudio, proporcionan una herramienta útil para el reconocimiento e identificación de las especies que se pueden encontrar en el golfo.

Palabras clave: Nudibranchia, biodiversidad, variabilidad temporal, nuevos registros, Golfo San Matías.

ABSTRACT

Nudibranchs, commonly known as marine slugs, are considered one of the most diverse groups of marine molluscs; they come in a wide variety of shapes, sizes and colors. With more than 3000 species described, they inhabit the seas around the world, being present in both warm and cold waters, from intertidal zones to deeper areas. They play an important role in coastal environments as they feed on several benthic organisms, including other congeners. The San Matías Gulf (SMG), considered a "hot spot" in molluscs diversity, only five nudibranch species has been previously registered. The aim of this study was to determine the composition and structure of the assembly of nudibranchs present in a specific site of SMG (Parque Submarino Las Grutas), for which the abundance, diversity and temporal variability of the species found were evaluated. The samples were collected between February 2017 and December 2018 through SCUBA diving. The specimens found were identified taking into account external and internal morphological characteristics, comparing them with the existing bibliography. Thirteen species were registered, of which 12 comprise new records for the area, nine expand their known geographic distribution and two represent new records for the Argentine coast. Although the nudibranch assemblage did not present statistically significant differences in temporal variability between seasons, an increase in the number of individuals recorded during warm months was observed. This study presents an updated list of nudibranchs (Gastropoda, Heterobranchia) from SMG, which represents an important addition to the knowledge about the biodiversity of these organisms both in SMG and the Argentine coast. Likewise, the descriptions made, the photographs of the species and their egg masses, as well as the identification key generated from this study, provide a useful tool for the identification of the species that can be found in the gulf.

Keywords: Nudibranchia, biodiversity, temporal variability, new records, San Matías Gulf.

1. INTRODUCCIÓN

Los arrecifes rocosos son considerados como uno de los ecosistemas más productivos y ecológicamente diversos que existen en el océano. Proveen a millones de personas productos y servicios tales como alimento, actividades recreativas, protección costera, así como beneficios culturales y estéticos. Son ecosistemas con una compleja red de interacciones tróficas, en donde la energía fluye a través de distintas rutas entre los organismos, y en ellos los crustáceos y moluscos marinos representan la mayor cantidad de especies animales en este ecosistema; por lo tanto juegan un papel crítico funcionamiento general del ecosistema (Rojas 2015).

Los nudibranchios, son moluscos de clase Gastropoda, subclase Heterobranchia (Schrödl et al. 2011), que componen un grupo casi exclusivamente marinos, a excepción de unas pocas especies de agua dulce (Rudman y Willan 1998). Comúnmente conocidos como babosas marinas, los nudibranchios son uno de los grupos más diversos del océano, tanto morfológica como ecológicamente. Exhiben un amplio arreglo de formas corporales y colores, por lo que su anatomía externa presenta diversos aspectos (Camacho 2009). Habitan los mares de todo el mundo, desde las aguas tropicales hasta los polos y desde zonas intermareales hasta grandes profundidades (Chavanich et al. 2013). Se caracterizan por carecer completamente de concha en estado adulto. Al ser organismos de cuerpo blando, con una vida media relativamente corta, han desarrollado diversas alternativas de defensa, tales como, colores de aviso (estrategia conocida como aposematismo), camuflaje, coloración disruptiva con manchas o patrones de colores, que rompen la silueta del animal y confunden a los posibles predadores. Algunas especies, además, pueden autonomizar o desprenderse de ciertas partes de su cuerpo para distraer a los depredadores y otras poseen la capacidad de fijar sustancias tóxicas o estructuras que obtienen de sus presas y utilizarlas como método de defensa (Ardila et al. 2007, Brown 2011, Grune et al. 2014). Son organismos depredadores selectivos que se alimentan de

poríferos, anémonas, hidrozooos, briozoos, tunicados, gorgonias, puestas de huevos e incluso otros nudibranquios, por lo que juegan un rol ecológico importante como predadores. Algunas especies son muy específicas con su alimentación y sólo se las encuentra alimentándose de una determinada especie de esponja o hidrozoo, mientras que otras se alimentan de una amplia gama de especies (McDonal y Nybakken 1997). En cuanto a la reproducción, son organismos hermafroditas de fecundación cruzada. Realizan puestas que tienen forma de cinta dispuesta en espiral o a modo de cordón, el número de huevos por puesta varía entre decenas y miles según la especie. Presentan ciclos de vida breves que involucran desde algunos meses, hasta un año (Comfort 1957, Thompson 1964), existiendo desarrollo tanto indirecto como directo según las diferentes especies. Han sido clasificados en tres grupos de acuerdo con la duración de su ciclo de vida (Miller 1962, Clark 1975, Todd 1981). El primer grupo caracterizado por especies que poseen varias generaciones por año, se alimentan de especies presentes temporalmente y tienden a ser de pequeño tamaño, son subanuales o estrategias “r”. El segundo grupo está caracterizado por especies anuales o estrategias “k”, que presentan una sola generación por año, se alimentan de especies coloniales incrustantes que se encuentran durante todo el año y se trata de nudibranquios de mayor tamaño y diversidad de colores. El tercer grupo es caracterizado por especies bianuales que presentan un único período de reproducción, con la muerte posterior de los adultos.

En general, los estudios a largo plazo enfocados en la dinámica poblacional de los nudibranquios son reducidos, en parte por la prevaeciente idea de que estos organismos son únicamente miembros transitorios de las comunidades y la dificultad de hallar grandes poblaciones (Nybakken 1974), además el pequeño tamaño de los organismos dificulta su observación. La unidad básica en los estudios sobre biodiversidad, y cualquier tema relacionado, son las especies, por lo que la taxonomía efectiva a nivel de especie es

fundamental. Las descripciones de estos moluscos se basan en el estudio de caracteres morfológicos externos como forma del cuerpo, patrón de coloración, forma y posición de las branquias, órganos sensoriales, tentáculos orales y rinóforos y caracteres internos como aparato reproductor, número de ganglios nerviosos y masa bucal (rádula y mandíbula) (Gosliner 1994), que son utilizados para clasificar los organismos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la abundancia, diversidad y variabilidad temporal de un ensamble de nudibranquios en un arrecife costero del Golfo San Matías.

2.2. Objetivos Particulares

- Realizar un listado taxonómico describiendo cada una de las especies de nudibranquios presentes en el área de estudio y elaborar una clave de reconocimiento.
- Evaluar la composición y abundancia de especies de nudibranquios en el arrecife rocoso.
- Evaluar la variación estacional en la riqueza y abundancia de especies de nudibranquios.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

En el Mar Argentino, y en particular en el Golfo San Matías (GSM, Norpatagonia) la diversidad de nudibranquios ha sido subestimada, debido principalmente a las dificultades relacionadas con la colecta y conservación (i.e. se deterioran con facilidad una vez colectados) y a su escaso valor comercial. Revisiones bibliográficas demuestran que las especies más estudiadas en nuestro país corresponden a la provincia biogeográfica Magallánica (Carcelles 1950, Carcelles y Williamson 1951, Muniain et al. 1991, 1996, Muniain y Ortea 1999, Muniain y Valdes 2000, Schrödl et al. 2001, Valdes y Muniain 2002, Schrödl 2003, García-Matucheski y Muniain 2011), existiendo escasos trabajos que involucren la provincia Argentina (Muniain y Ortea 1998, Muniain y Ortea 1999, Valdés y Muniain 2002). El GSM representa un área marina de transición biogeográfica entre la región cálida Argentina y la región fría Magallánica, lo cual determina una gran abundancia y diversidad faunística (Balech y Ehrlich 2008, Güller y Zelaya 2017).

3.2. SISTEMÁTICA

El filo Molusca, es uno de grupos más amplios de todos los filos animales, incluyendo más de 115.000 especies (Zhang 2011). El grupo de estudio (Nudibranquios) se encontraba hace unos años dentro de la Infraclass Opisthobranchia, la cual hoy en día es un grupo parafilético. La ubicación de los Nudibranchia actual es la siguiente de acuerdo a Buchet et al. (2017).

Filo MOLLUSCA

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

Subclase HETEROBRANCHIA Burmeister, 1837

Infraclase EUTHYNEURA Spengel, 1881

Cohorte RINGIPLEURA Kano et al. 2016

Subcohorte NUDIPLEURA Wägele & Willan, 2000

Orden NUDIBRANCHIA Cuvier, 1814

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS NUDIBRANQUIOS

Han sufrido un proceso de distensión de su masa visceral y reducción o pérdida total de la concha en estadios tempranos del desarrollo. Externamente estos moluscos se caracterizan por su simetría bilateral, con la presencia de tentáculos orales, rinóforos y ceratas que cumplen con funciones sensoriales, defensivas y respiratorias (Gosliner 1994).

3.3.1. ANATOMÍA EXTERNA

El cuerpo de un nudibranquio posee distintas estructuras externas fácilmente identificables a simple vista (Chacón 2018). No todas las especies poseen las mismas estructuras ni con la misma morfología, existiendo dos formas principales de fisionomía, la de los *doridáceos* (branquias externas) (**Figura 1 A**) y la de los *eolidáceos* (dorso con ceratas) (**Figura 1 B**).

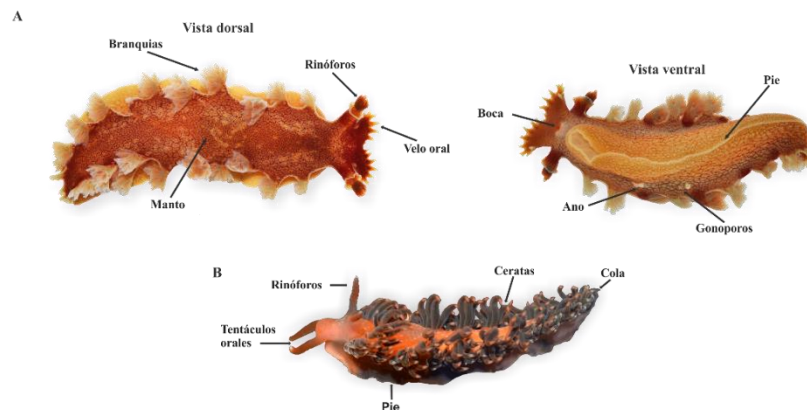


Figura 1. Estructuras externas presentes en el cuerpo de un nudibranquio. **A)** Forma de los *doridáceos* (branquias externas); **B)** Forma de los *eolidáceos* (dorso con ceratas).

3.3.1.1. Manto

Es la capa de tejido, que cubre longitudinalmente el pie y forma la superficie dorsal del animal. Puede ser liso o presentar prolongaciones en forma de tubérculos o ceratas (Schrödl 2003) (**Figura 2**).

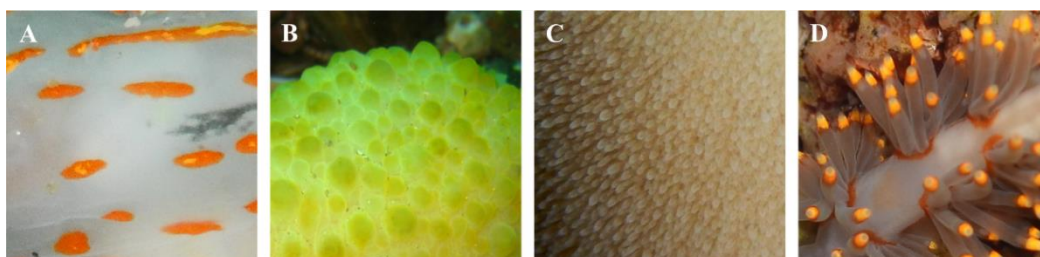


Figura 2. Superficie del manto A) Liso; B) Tubérculos; C) Tubérculos carofilídeos; D) Ceratas.

3.3.1.2. Rinóforos

Son dos apéndices que sobresalen de la cabeza del animal cuya función es *olfativa*, ayudan a captar tanto el olor de sus presas como el de otros nudibranchios para la reproducción. Pueden presentar diversas formas según cada especie, pero pueden clasificarse en *lisos*, *rugosos*, *foliados* y *lamelados* (**Figura 3**). Estos últimos presentan una serie de laminillas que aumentan la superficie del órgano haciéndolo más eficaz (Rudman 1999a). Al ser un órgano sumamente frágil e importante, algunas especies han desarrollado la capacidad de retraerlos al interior del cuerpo en caso de peligro dentro de una estructura denominada *vaina rinofórica*.

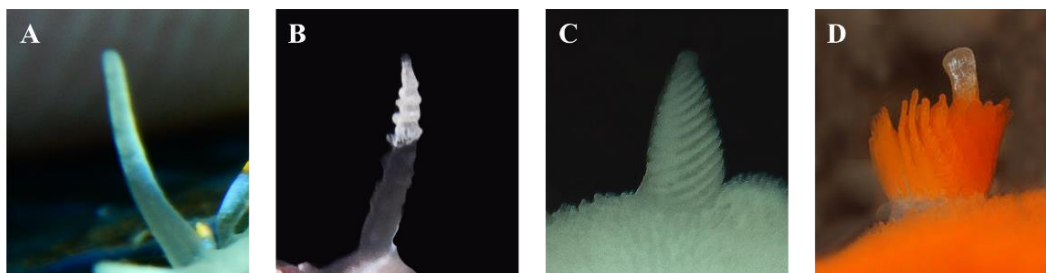


Figura 3. Diferentes morfologías de los rinóforos. A) Liso; B) Rugoso; C) Foliado; D) Lamelado.

3.3.1.3. Ojos

Situados en la base de los rinóforos, son más fáciles de visualizar en los eolidáceos y en algunas especies de color claro. Son muy rudimentarios y se encuentran debajo de la piel del animal, sólo detectan cambios de luces y sombras en su entorno que les indican la aproximación de un animal de mayor tamaño (Rudman 1999b) (**Figura 4**).

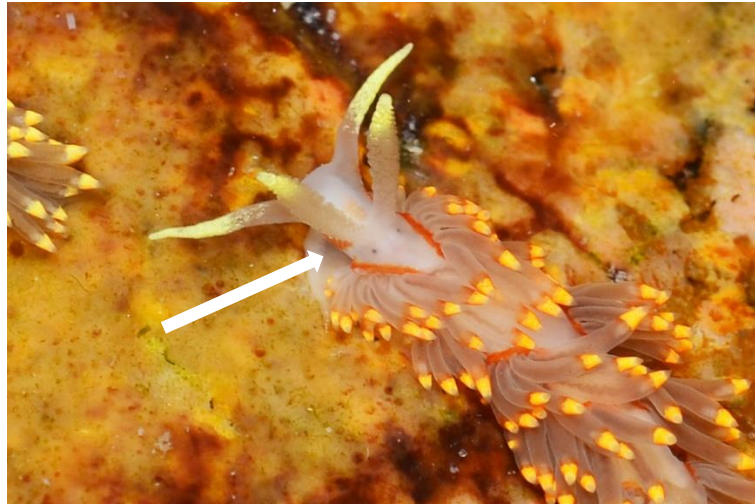


Figura 4. Vista dorsal de un nudibranchio donde pueden verse los ojos detrás de los rinóforos (flecha).

3.3.1.4. Tentáculos orales

Son apéndices que se encuentran a cada lado de la abertura bucal. Tienen conexión con el sistema nervioso, lo que indica que cumplen funciones sensoriales, reconociendo el terreno por el que avanza el animal y las presas de las que se alimentan. En los *doridáceos* están menos desarrollados y suelen estar cubiertos por el *velo oral*. En los *eolidáceos*, los tentáculos orales son más largos y fáciles de visualizar. Además, algunos géneros pueden poseer otro par de apéndices justo por debajo de los tentáculos orales llamados *tentáculos propodiales* (Chacón 2018).

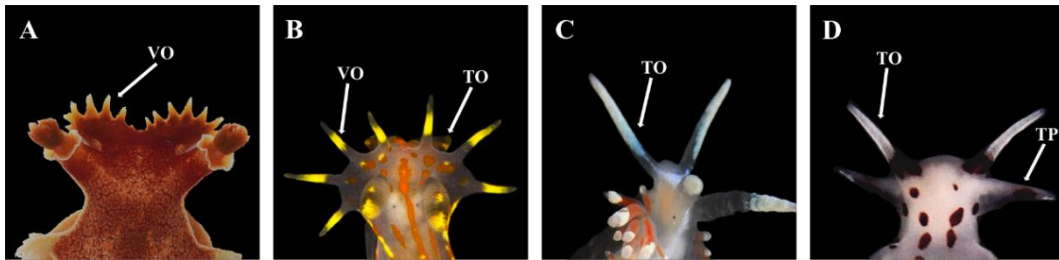


Figura 5. Apéndices orales. **A)** Velo oral; **B)** Velo oral y Tentáculos orales; **C)** Tentáculos orales; **D)** Tentáculos orales y propodiales. (VO = velo oral; TO = tentáculos orales; TP = tentáculos propodiales).

3.3.1.5. Branquias

Generalmente se encuentran en la parte posterior o media del cuerpo sobresaliendo del manto, consiste en un grupo variable de ramificaciones con numerosos cilios o laminillas que forman el penacho branquial, por donde se realiza la respiración. Hay una gran variedad de formas según la especie y algunas tienen la capacidad de retraer el penacho al interior del cuerpo en caso de peligro (Chacón 2018). Algunos subórdenes como Aeolidina, Dendronotina y algunos géneros particulares, cuentan con procesos conocidos como ceratas, las cuales se extienden sobre el dorso de los individuos. Estas tienen diferentes funciones y entre ellas la respiración. En los nudibranchios dóridos hay tres tipos de branquias: uni, bi o tripinnadas (**Figura 6**), que generalmente se disponen dorsalmente en forma de círculo o semicírculo alrededor de la papila anal, aunque en algunos géneros particulares éstas no se encuentran rodeando la papila anal sino que presentan una serie de branquias secundarias a los lados del cuerpo (**Figura 1 A**).

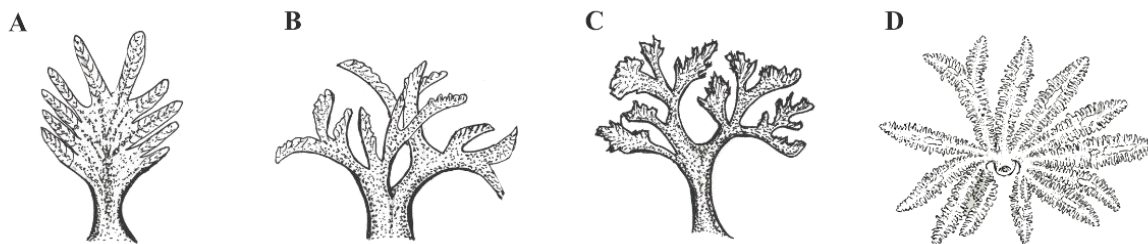


Figura 6. Diferentes tipos de branquias en dóridos. **A)** Unipinnada; **B)** Bipinnada; **C)** Tripinnada; **D)** Penacho branquial rodeando la papila anal.

3.3.1.6. Ceratas

Son prolongaciones alargadas del manto dispuestas en la región posterior o lateral del cuerpo que pueden variar en longitud y forma dependiendo la especie. Estas estructuras están presentes principalmente en los eolidáceos y pueden surgir a partir de un pedúnculo común o individualmente sobre el cuerpo del animal (Chacón 2018). Están compuestas básicamente de un saco relleno de líquido circulatorio, el cual contiene dentro, prolongaciones de los sistemas respiratorio, digestivo y defensivo (**Figura 7**), por lo que desempeñan tres funciones principales:

Respiratoria: las ceratas están rellenas de líquido circulatorio y el intercambio gaseoso se realiza a través de su superficie.

Digestiva: en el interior de cada cerata, se encuentra enrollada una glándula hepática, aumentando así la superficie de absorción de nutrientes.

Defensiva: en el extremo distal se concentran cápsulas urticantes que contienen cnidoblastos procedentes de las presas que digieren.

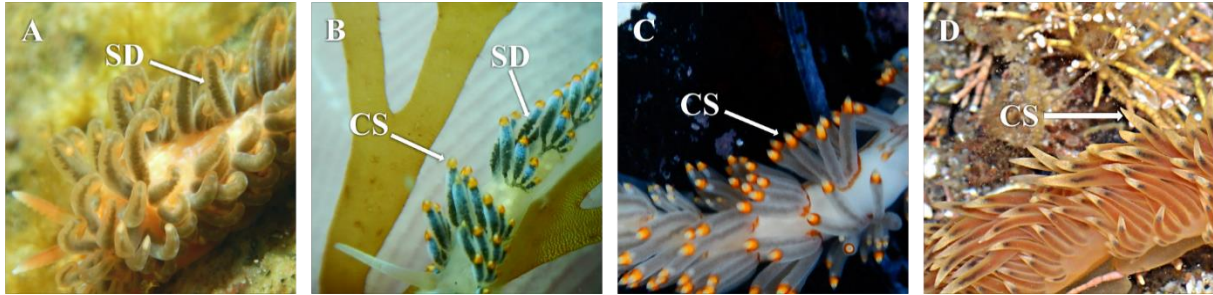


Figura 7. Diferentes tipos de ceratas. **A)** Ramificaciones del sistema digestivo; **B)** Ramificaciones del sistema digestivo y cnidosaco; **C y D)** Cnidosaco. (SD = sistema digestivo; CS = cnidosaco).

3.3.2. REPRODUCCIÓN

Es un grupo que se caracteriza por ser hermafrodita (Ardilla et al. 2007), es decir que todos los organismos poseen aparato reproductor femenino y masculino, pero la fecundación es cruzada, no pueden fecundarse a sí mismos, sino que necesitan aparearse con otro miembro de su especie. El proceso de la cópula se realiza a través del poro genital, una estructura tubular que sobresale del lado derecho del animal a la altura del primer tercio del cuerpo aproximadamente, por lo que, en el momento del apareamiento, se cruzan uniendo los poros genitales. A través del mismo poro genital insertan el pene y reciben el de su pareja fecundándose mutuamente. Realizan puestas de huevos en forma de cinta dispuesta en espiral o a modo de cordón, el número de huevos por puesta varía entre decenas y miles de huevos según la especie (**Figura 8**). El desarrollo de los huevos puede durar hasta dos meses, pero comúnmente es más corto y está influenciado por la temperatura (Martínez et al. 2006). Generalmente las especies de mayor tamaño producen mayor cantidad de huevos y de mayor tamaño, por lo que tardan más en desarrollarse que huevos pequeños (Goddard 2005).

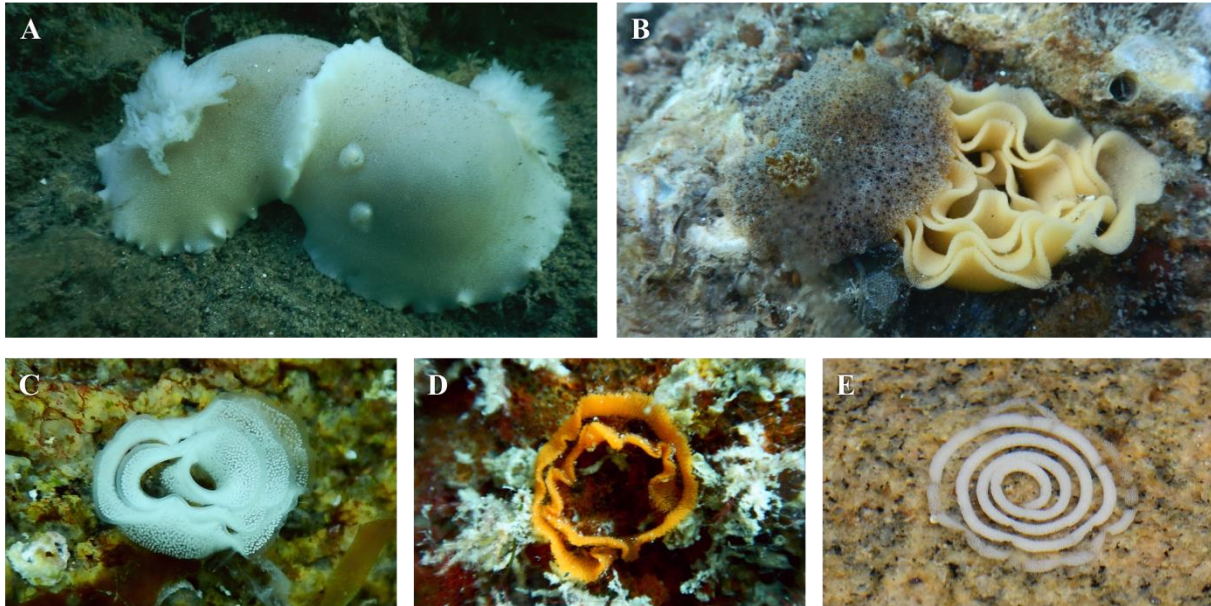


Figura 8. Reproducción y puestas. **A)** Ejemplares de *Diaulula punctuolata* en cópula; **B)** *Geitodoris patagonica* realizado la puesta; **C – E)** Puestas de diferentes especies.

3.3.3. CICLO DE VIDA GENERALIZADO DE UN NUDIBRANQUIO

Una vez realizada la puesta, de los huevos emerge una larva velíger, la cual, en algunas especies se desarrolla dentro del huevo, eclosionando como un juvenil sin pasar por la etapa de vida pelágica o bien la larva se libera y sigue su desarrollo libremente en el plancton. Esta larva nace con una pequeña conchilla que luego se pierde durante la metamorfosis. Mientras la larva se encuentra dentro del huevo, esta se alimenta de las reservas que están dentro. Luego desarrolla un velo compuesto por numerosos cilios en la zona frontal que utilizan para alimentarse una vez que salieron del huevo. Posteriormente, durante el desarrollo el velo se reabsorbe, la larva sufre la pérdida de la concha y comienza a elongarse hasta llegar a la etapa juvenil donde se asienta sobre el fondo marino y termina de desarrollarse completamente (**Figura 9**).

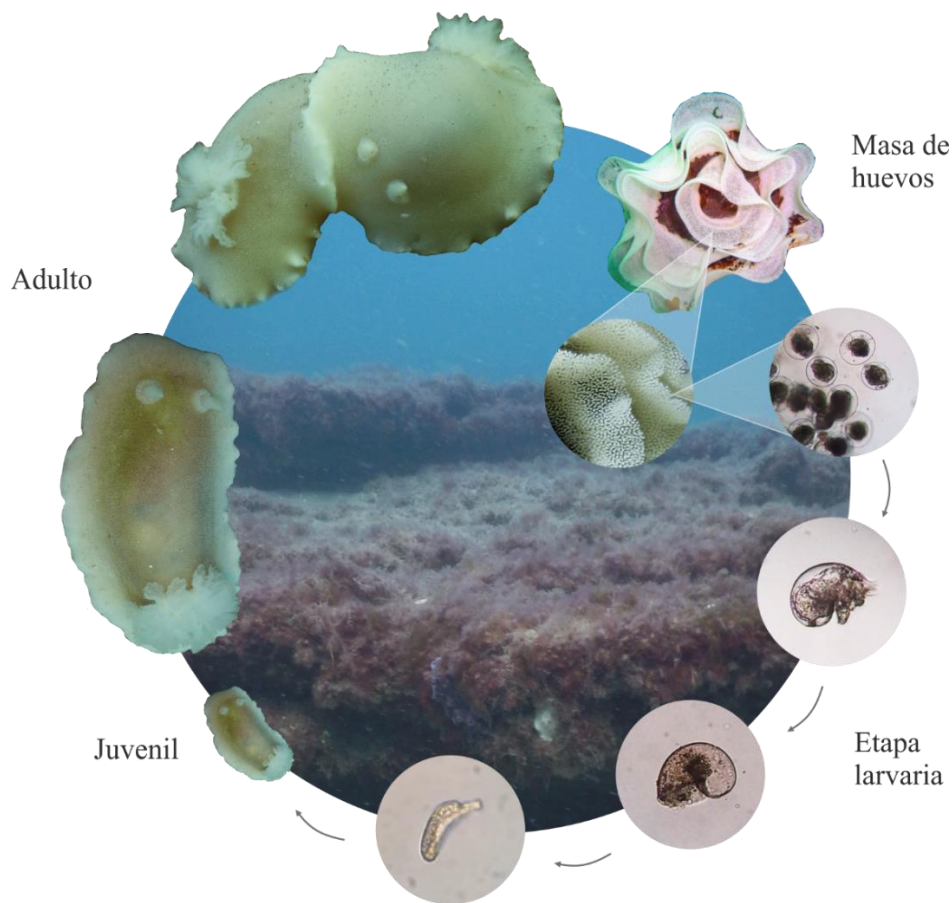


Figura 9. Ciclo de vida generalizado de un nudibranquio observado por el autor.

3.3.4. ALIMENTACIÓN Y SISTEMA DIGESTIVO

Los nudibranquios se alimentan de una gran variedad de organismos (Camacho et al. 2005). La mayoría son carnívoros o herbívoros especializados. Son organismos depredadores selectivos que pueden tener una dieta muy diversa. Entre sus presas se encuentran esponjas, anémonas, hidrozooos, briozoos, tunicados, gorgonias, puestas de huevos e incluso otros nudibranquios. Algunas especies son muy específicas con su alimentación y sólo se las encuentra atacando a una determinada especie de esponja o hidrozoo mientras que otras se alimentan de una amplia gama de especies (McDonal y Nybakken 1997) (**Figura 10**).

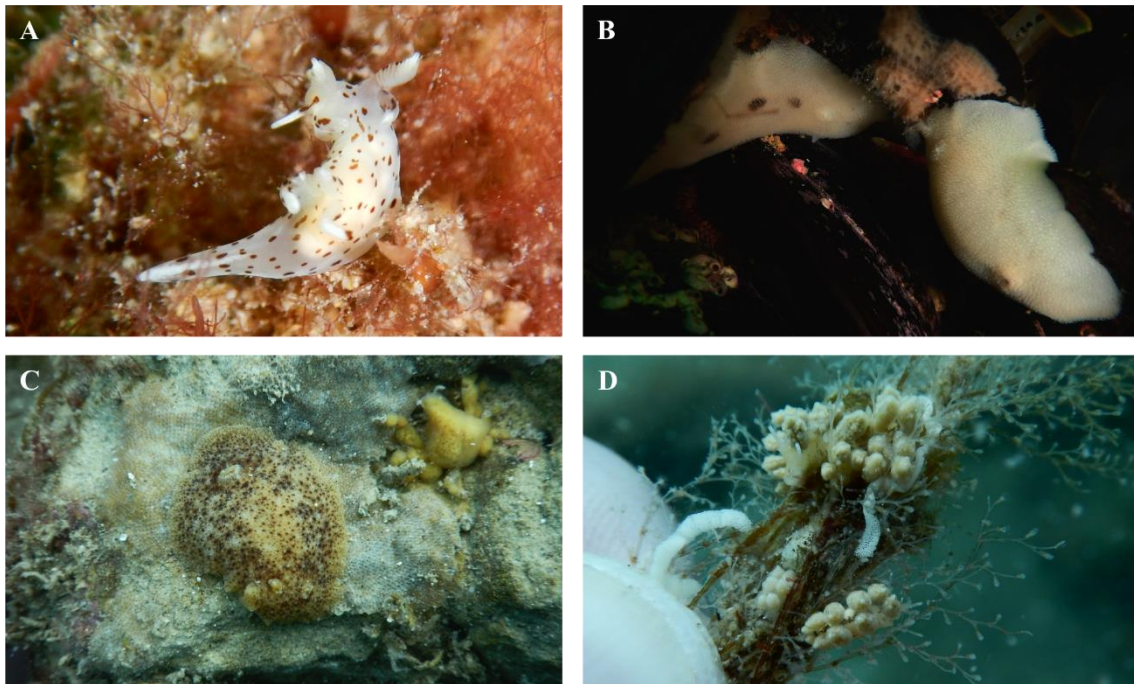


Figura 10. Alimentación en nudibranchios. **A)** *Trapania* sp, predando sobre algas rojas; **B)** *Diaulula punctuolata*, predando sobre esponjas; **C)** *Geitodoris patagonica*, predando sobre briozoos; **D)** *Doto uva*, predando sobre hidrozoos.

La boca generalmente tiene forma de un tubo corto que puede o no tener un par de tentáculos alrededor. Está compuesta por un bulbo bucal que funciona como complejo muscular que almacena la rádula y las mandíbulas, la cuales no siempre están presentes. La rádula está formada por una cinta retráctil de dientes quitinosos que varía en forma y tamaño según la especie y la dieta. La rádula de cada especie tiene un número de filas de dientes que componen la cinta radular. El número y forma individual de cada diente es característico de cada especie, convirtiéndola en la huella digital. Aunque la disposición de los dientes de la rádula es de carácter taxonómico, no siempre es una herramienta definitiva al momento de identificar una especie (Bertsh et al. 2000).

La fórmula radular se expresa de la siguiente forma:

$$\mathbf{F \times M.L.C.L.M}$$

En donde **F** indica el número de filas de dientes a lo largo de la cinta; **M** indica el número de dientes marginales en la orilla externa de la cinta; **L** indica el número de dientes laterales a cada lado de la línea central y **C** indica la presencia o ausencia del diente central o raquídeo (**Figura 11**). Un guión entre los números de la fórmula indica un rango en el número de dientes. Además de poseer una rádula, muchas especies poseen un par de mandíbulas anteriores a la rádula, las cuales actúan cortando el alimento.

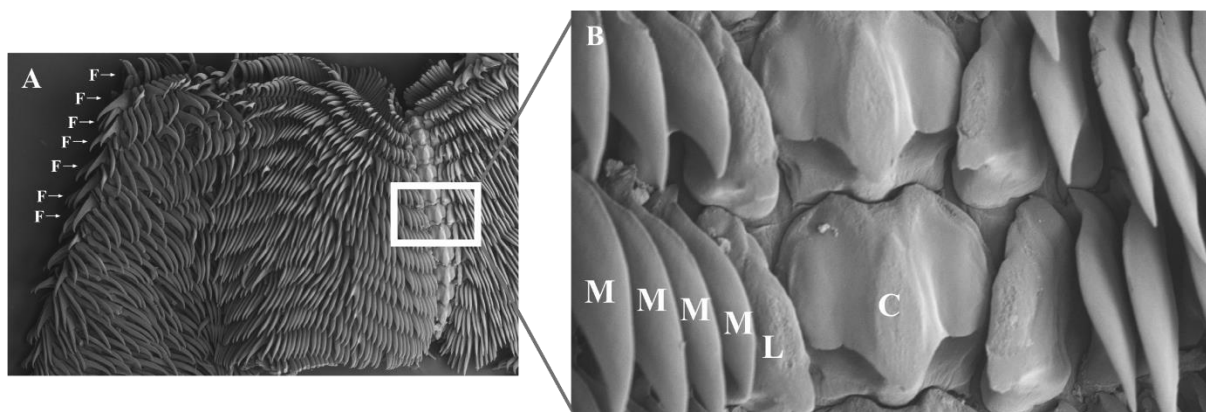


Figura 11. Rádula. **A)** Vista general de la rádula; **B)** Detalle de la zona central de la rádula. (C = diente central; F = filas de dientes de la rádula; L = diente lateral; M = dientes marginales).

3.3.5. MÉTODOS DE DEFENSA

La pérdida evolutiva del órgano más característico de los moluscos con respecto a su defensa, trae varios problemas. Con la ausencia o reducción de la concha, los heterobranquios han desarrollado diversos mecanismos de defensa (Thomson y Brown 1984). Entre los más comunes se encuentra el *aposematismo*, mediante la cual exhiben colores llamativos, advirtiendo a los predadores sobre su posible toxicidad. Muchas especies de nudibranquios poseen toxinas o células urticantes que obtienen de sus presas al digerirlas y que acumulan en

el manto (*doridáceos*) o en la punta de los ceratas (*aeolidáceos*). Otras especies optan por *camuflarse*, adoptando formas y colores que les permiten confundirse con el medio en el que habitan y pasar desapercibidos, proceso denominado *cripsis* (Glosiner y Behrens 1990) (**Figura 12**).

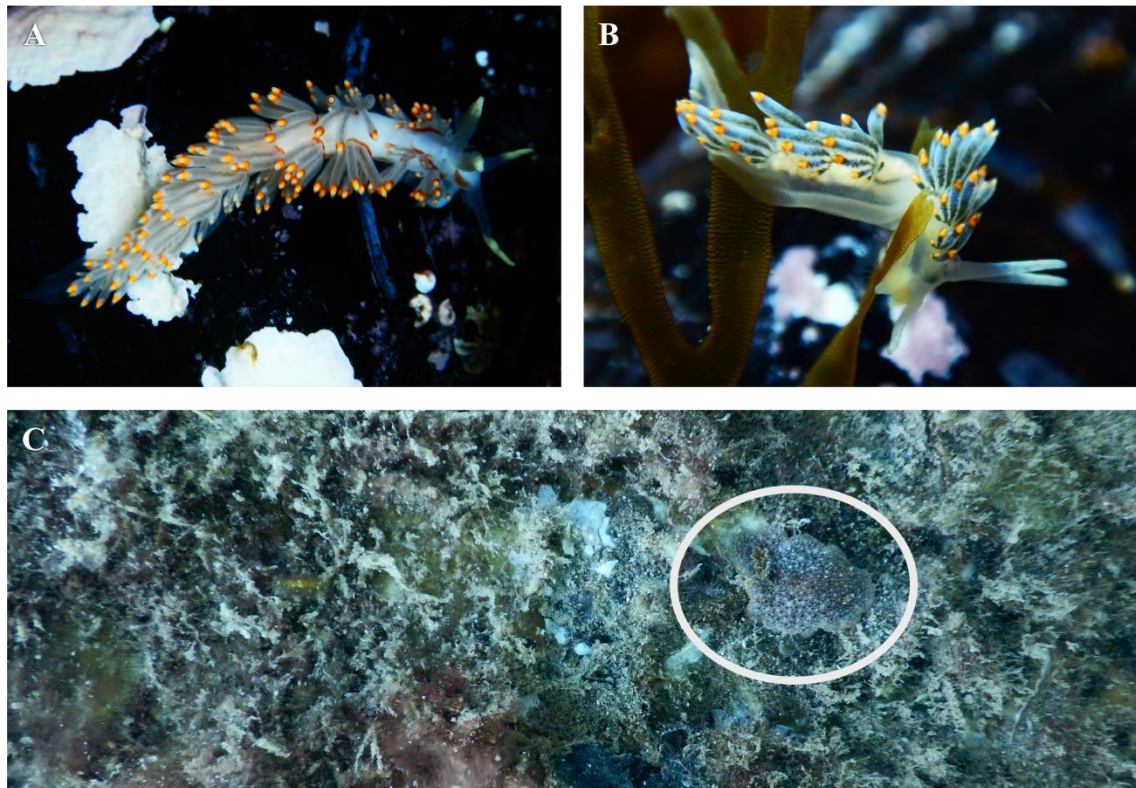


Figura 12. Métodos de defensa. **A** y **B**) Colores de aviso; **C**) *Geitodoris patagonica* camuflándose.

3.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución mundial de los nudibranchios es amplia, habitan desde las aguas frías de los polos hasta aguas tropicales, desde las zonas intermareales hasta grandes profundidades (Chavanich et al. 2013). Los actuales registros evidencian regiones muy marcadas con grandes abundancias de especies, como las costas de Norteamérica, Australia, norte de Europa, Irlanda, Reino Unido, Mar del norte y Mar Rojo (**Figura 13**).

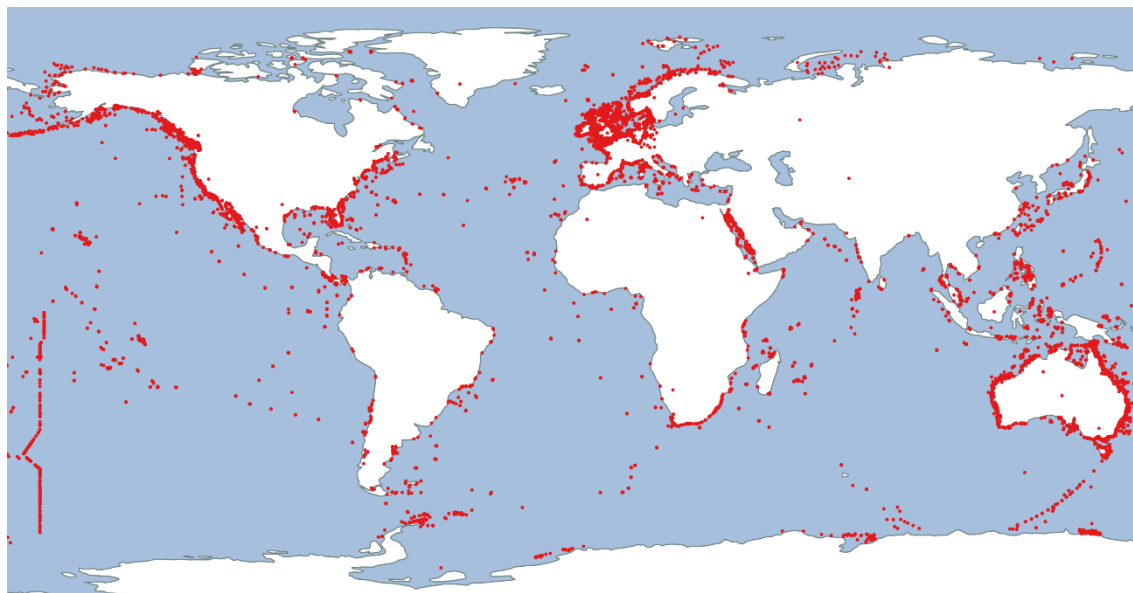


Figura 13. Registros mundiales de nudibranchios (datos obtenidos de GBIF 1950 – 2019 y adecuados en mapa utilizado el programa QGIS).

3.5. IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y SOCIO – ECONÓMICA

Los nudibranchios juegan un papel importante en los ambientes costeros, tanto en zonas intermareales como submareales. Su interacción con otras especies bentónicas, puede modificar la abundancia y distribución de algunas de estas especies ya que los nudibranchios actúan como predadores (Angulo 2003).

Son considerados como bioindicadores del medio marino, ya que las poblaciones de éstos moluscos están influenciadas por mecanismos reproductivos y hábitos alimenticios que requieren de condiciones aptas que faciliten su asentamiento. Estas características los hace sensibles a cambios en el ecosistema, por lo que la alteración o contaminación en sus áreas de distribución puede afectar la presencia de estas especies, es decir que pueden servir como indicadores de contaminación o cambio climático (Gutiérrez et al. 2008).



Socioeconómicamente, la importancia de los nudibrancios se centra en las sustancias químicas que estos elaboran como mecanismos de defensa. Éstas son utilizadas como sustancias químicas de interés farmacológico (Paul y Puglisi 2004).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo San Matías (GSM) está ubicado entre los $40^{\circ}45'S$ y $42^{\circ}14'S$ y $63^{\circ}05'O$ y $65^{\circ}10'O$ y cuenta con una superficie aproximada de 19.700 km^2 , siendo el más extenso de los golfos Norpatagónicos. Constituye una cuenca marina semicerrada, con profundidades máximas de hasta 220 m en su parte central y un zócalo de profundidades relativamente menores (50 - 80m) en su boca, la cual está delimitada al norte por Punta Bermeja y al sur por Punta Norte, en Península Valdés (Piola y Scasso 1988). La circulación de las masas de agua en el GSM se caracteriza por el ingreso de una masa de agua fría por la zona sur de la boca del golfo, proveniente de la Corriente Costera Patagónica (Gagliardini y Rivas 2004). En el sector norte del golfo, la circulación está caracterizada por una celda cerrada en sentido ciclónico de 70 km de diámetro con un período de permanencia dentro del golfo, el agua sale por el sector norte de la boca y se dirige en sentido nor-noreste, hasta alcanzar la costa este del sistema estuarial de El Rincón (Rivas y Beier 1990, Lucas et al. 2005). Otra particularidad de la oceanografía del GSM es la aparición de un frente termohalino durante los meses cálidos, el cual divide al golfo en dos masas de agua con características bien diferenciadas (Piola y Scasso 1988). El sector norte con aguas más cálidas y de mayor salinidad, y el sector sur de aguas más frías y menos salinas fuertemente influidas por aguas de la plataforma (Piola y Scasso 1988, Gagliardini y Rivas 2004).

El presente estudio se llevó a cabo sobre un sitio ubicado al noroeste del GSM conocido como “Parque Submarino Las Grutas” (PSLG, $40^{\circ}48'S$ / $65^{\circ}04'O$) (**Figura 14**). Dicho sitio está constituido por una formación rocosa submarina dispuesta paralelamente a la costa, situada a unos 1800 metros frente a la playa de Las Grutas. Comprende una restinga lineal escalonada de rocas consolidadas rodeada por arena, con profundidades que varían entre 4 y 12 m conforme lo

hacen las mareas. Posee una longitud aproximada de 300 m y una elevación que varía entre los 0,4 a 1,5 metros desde el fondo. Su disposición y estructura genera una diversidad de microhábitats, el tamaño y la forma de las oquedades y rocas que la componen, hacen que sea un área de gran diversidad. Este sitio es aprovechado turísticamente desde hace más de 20 años, por su cercanía con la costa de Las Grutas, es elegido frecuentemente por buzos deportivos.

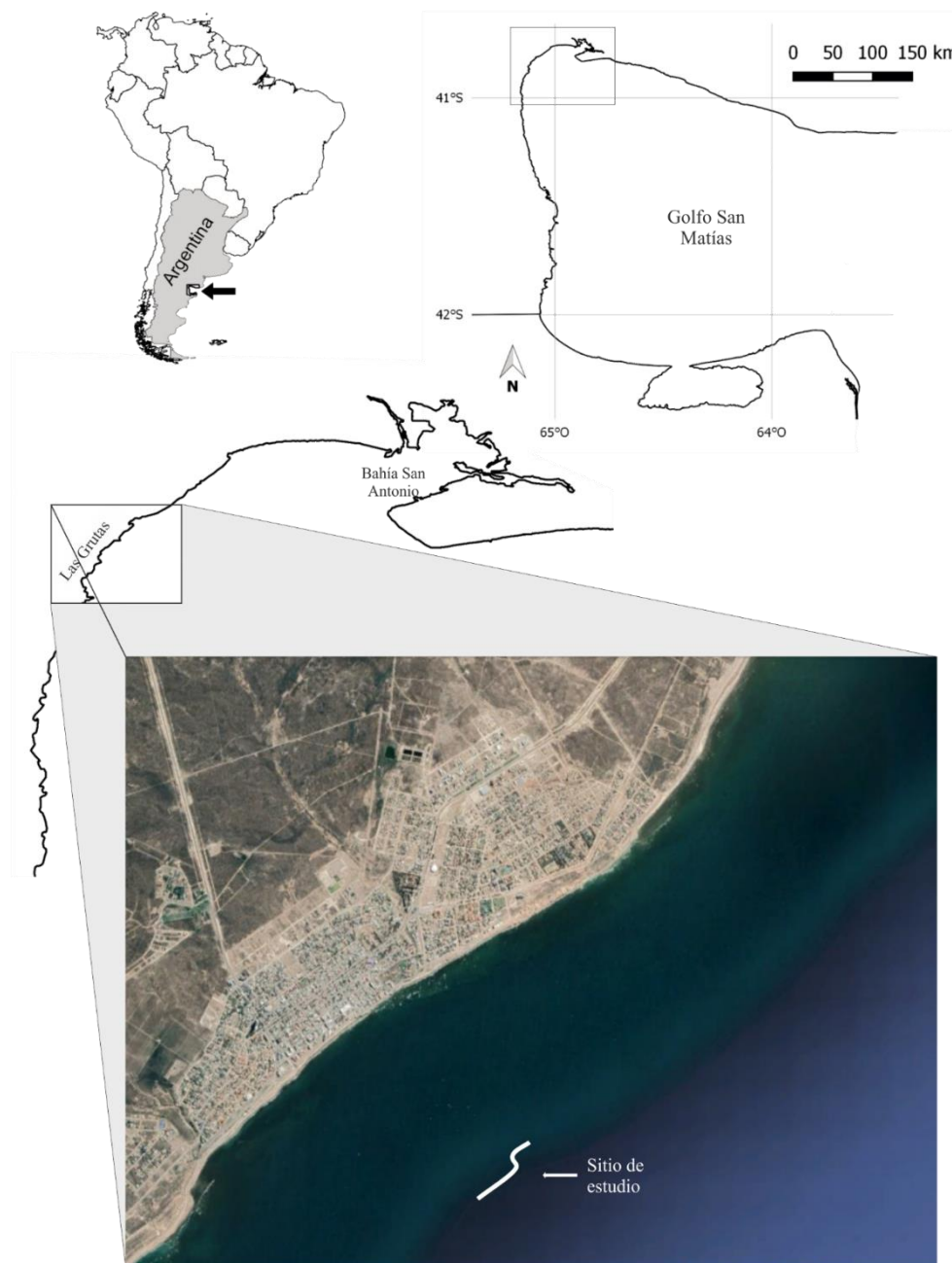


Figura 14. Ubicación del sitio de estudio, Parque Submarino Las Grutas.

4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para este estudio se obtuvieron datos provenientes de muestreos quincenales comprendidos entre febrero de 2017 y diciembre 2018, completando un total de 46 muestreos. El área comprendida del PSLG fue el borde sud-oeste de la restinga, donde se genera un escalón de piedra, rodeado por un fondo de arena, lo que ofrece una gran cantidad de microhábitats (**Figura 15**). Los muestreos se realizaron mediante buceo autónomo, siempre bajo condiciones ambientales similares, priorizando principalmente buena visibilidad, con el fin de poder visualizar correctamente los organismos, principalmente aquellos que son de pequeño tamaño.



Figura 15. Imagen del sitio de estudio.

4.2.1. Trabajo de campo

En cada muestreo se delimitaron dos transectas de 30 m de largo y 1 m de ancho, una sobre el borde del escalón de piedra y otra sobre el fondo de arena, con el fin de encontrar organismos que tengan diferencias en la afinidad por ambos sustratos (**Figura 16 A-C**). En cada una de las transectas, se registró el número de individuos de cada especie presentes a lo largo de las mismas. También se registró la temperatura y profundidad en el fondo utilizando una computadora de buceo (**Figura 16 D**). Debido a que los nudibranchios, a diferencia de la mayoría de los moluscos, carecen de estructuras conquiológicas que permitan la identificación de los ejemplares muertos o conservados y con el fin de conservar características importantes

para su identificación, cada individuo fue fotografiado y medido in situ antes de ser recolectado. Para reducir el impacto sobre la comunidad de estos organismos, se recolectaron ejemplares solo en los casos en que se tratara de especies no conocidas o que no pudieran ser identificadas en el momento.

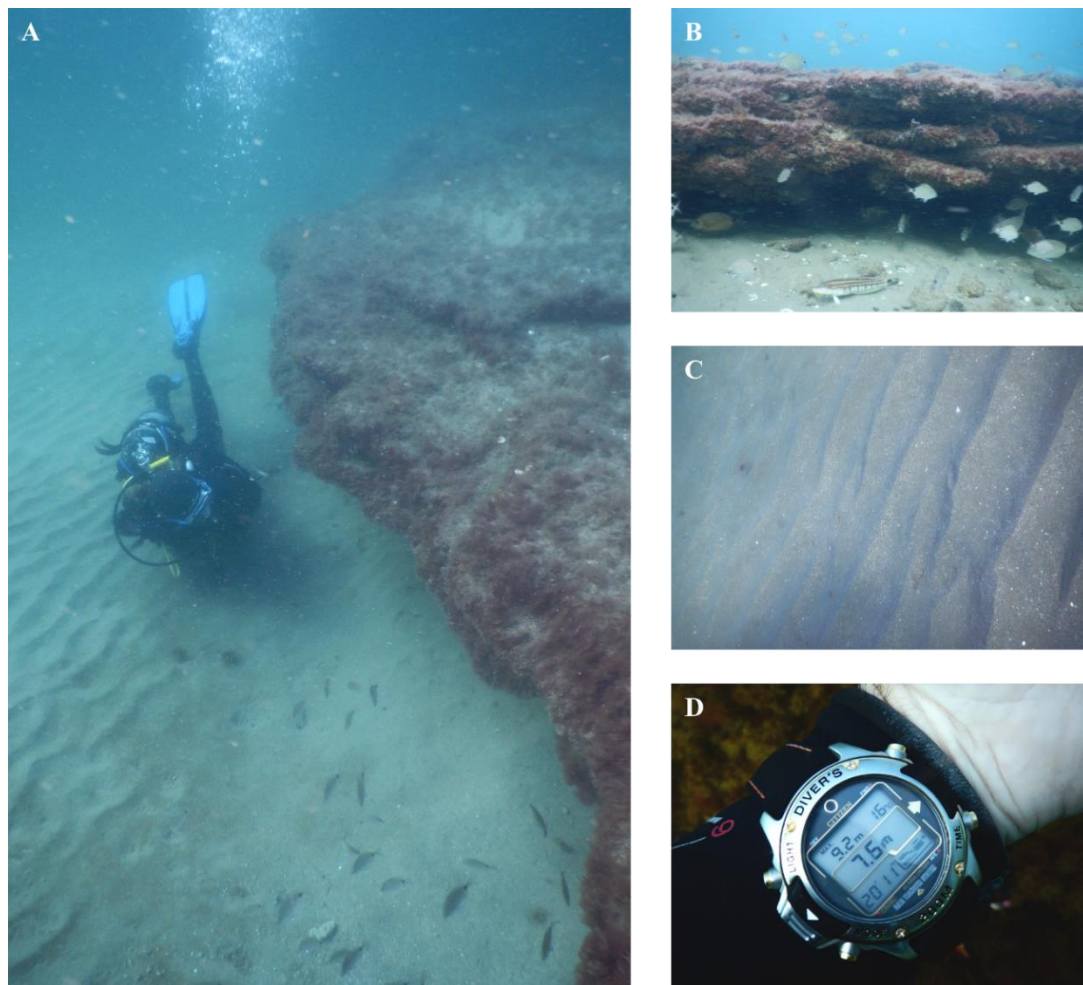


Figura 16. Trabajo de campo. **A)** Buzo recorriendo las transectas de muestreo; **B)** Escalón de piedra; **C)** Fondo de arena; **D)** Computadora de buceo que registra profundidad, temperatura y tiempo del buceo.

4.2.2. Procesamiento de muestras

Los ejemplares recolectados fueron examinados bajo lupa analizando su morfología externa. Con el fin de relajar los ejemplares y evitar que estructuras como branquias y rinóforos se

retraigan en el manto, fueron anestesiados introduciéndolos en una solución de cloruro de magnesio fría (80 g de $MgCl_2$ en 1 L de agua de mar). Posteriormente, tras verificar que no hubo ninguna respuesta a estímulos externos por parte de los especímenes, se sustituyó el agua de mar por formol al 5% por unas horas para fijar el material y luego para su conservación se transfirieron a alcohol al 70% (Gosliner 1987, Garcia 2015). Para la extracción de las estructuras masticatorias como rádula y mandíbulas, se realizaron disecciones bajo lupa a uno o dos ejemplares de cada especie, realizando un pequeño corte en la zona dorsal anterior lo suficientemente grande para poder extraer el bulbo masticatorio sin comprometer otras estructuras o características tanto, internas como externas. Una vez extraídos los bulbos masticatorios, se procedió a limpiarlos, utilizando tres técnicas diferentes: **1)** solución de hidróxido de sodio al 10 % (Carmona et al. 2014); **2)** solución de hipoclorito de sodio al 10 % (Korshunova et al. 2017); **3)** proteinasa K (Holznagel 1998). Luego de la limpieza, ambas estructuras fueron lavadas repetidas veces con agua destilada, montadas y posteriormente fotografiadas utilizando el microscopio de barrido electrónico (JEOL/JSMT 6360 LV, Tokyo, Japan) del Museo de La Plata.

Para la identificación de las especies se emplean dos tipos de caracteres principales, externos e internos (Gosliner 1994). Los caracteres externos fueron examinados mediante el análisis de las fotografías in situ de los organismos y las observaciones realizadas bajo lupa. De ambas se analizaron el patrón de coloración, forma y tipo de rinóforos, tentáculos orales, branquias, ceratas y tubérculos. En cuanto a los caracteres internos, se tuvieron en cuenta solo las estructuras masticatorias, mandíbula y rádula. En base a los caracteres mencionados anteriormente, se realizó una descripción para cada una de las especies.

4.3. ANALISIS DE DATOS

4.3.1. Riqueza

La riqueza de especies se calculó como el número total de especies de nudibranquios presentes en una muestra/transecta.

$$N_0 = S$$

donde S = número de especies.

Para comprobar si la riqueza de especies encontradas representa el número total de especies del ensamble, se realizó una curva de acumulación de especies utilizando el software Primer 6. Esta curva representa el número de especies observadas frente al esfuerzo de muestreo empleado y el estimador no paramétrico Chao 1, que se basa en las especies que solo están representadas por pocos individuos en la muestra (especies raras). La separación entre ambas curvas indica en cuanto se podría incrementar el número de especies si se aumenta el esfuerzo de muestreo.

4.3.2. Índice de Shannon-Weaver

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver 1963).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

donde S = número de especies de nudibranquios observadas (riqueza específica), p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N ; n_i = número de individuos de la especie i , N = número total de individuos de todas las especies de nudibranquios observados (abundancia) (Magurran 1988).

4.3.3. Variabilidad temporal en la abundancia total

Para describir la variación temporal del ensamble de nudibranchios en el Parque Submarino Las Grutas, se utilizaron las abundancias totales de todas las especies registradas. Las relaciones existentes entre el conjunto de datos fueron examinadas y comparadas utilizando pruebas de ANOVA de dos vías para detectar si existen diferencias entre las estaciones y años de estudio, utilizando el programa STATISTICA. La semejanza en la composición de especies entre muestras se analizó utilizando un análisis ANOSIM (análisis de similitud de la matriz de abundancia de Bray Curtis) y con la rutina SIMPER, se determinó que especies contribuyeron para explicar las diferencias observadas. Posteriormente se realizó un Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), el cual muestra las relaciones existentes entre los datos, graficando las estaciones separadas por una distancia acorde a las similitudes que presenten en composición faunística. Todos los análisis mencionados se llevaron a cabo utilizando el programa PRIMER 6. Posteriormente se compararon las abundancias de las especies, con la temperatura del agua, con el fin de explicar las variaciones en la aparición y la abundancia de especies en el PSLG. Para realizar los análisis mencionados anteriormente, se empleó el número total de organismos registrados durante el estudio, quitando una única muestra, correspondiente a *Tritonia odhneri*, que apareció en una sola estación de muestreo.

4.3.4. Clasificación de las especies de acuerdo a la frecuencia de aparición

Las especies fueron clasificadas como residentes, temporales o visitantes según su frecuencia de aparición (Palacios 2005):

- Residentes o permanentes (FA de 51% a 100%), aquellas especies que se presentaron permanentemente en el arrecife.

- Temporales o estacionales (FA entre 26% a 50%), en esta categoría se incluyen aquellas especies con presencia variable, que aparecieron únicamente en determinadas épocas del año.
- Visitantes u ocasionales (FA < 25%), incluye aquellas especies que no fueron registradas frecuentemente debido a su comportamiento críptico.

La frecuencia de aparición se calculó según:

$$FA = (Na/NT) \times 100$$

Donde: FA: Frecuencia de aparición.

Na: Numero de muestreos en que se registró a la especie.

NT: número total de muestreos.

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE NUDIBRANQUIOS EN EL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS

5.1.1. Listado taxonómico

Subclase HETEROBRANCHIA Burmeister, 1837

Orden NUDIBRANCHIA Cuvier, 1817

Familia CADLINIDAE Bergh, 1891

Género *Cadlina* Bergh, 1879

1. *Cadlina sparsa* (Odhner, 1921) (**Figura 17 A**)

Familia CORYPHELLIDAE Bergh, 1889

Género *Coryphella* J. E. Gray, 1850

2. *Coryphella verta* Marcus, 1970 (**Figura 17 B**)

Familia CUTHONIDAE Odhner, 1934

Género *Cuthona* Alder y Hancock, 1855

3. *Cuthona valentini* (Eliot, 1907) (**Figura 17 C**)

Familia DISCODORIDIDAE Bergh, 1891

Género *Diaulula* Bergh, 1878

4. *Diaulula punctualata* (d'Orbigny, 1837) (**Figura 17 D**)

Género *Gargamella* Bergh, 1894

5. *Gargamella immaculata* Bergh, 1894 (**Figura 17 E**)

Género *Geitodoris* Odhner, 1926

6. *Geitodoris patagonica* Odhner, 1926 (**Figura 17 F**)

Género *Rostanga* Bergh, 1879

7. *Rostanga pulchra* MacFarland, 1905 (**Figura 17 G**)

Familia DOTIDAE Gray, 1853

Genero *Doto* Oken, 1815

8. *Doto uva* Marcus, 1955 (**Figura 17 H**)

Familia FACELINIDAE Bergh, 1889

Género *Facelina* Alder y Hancock, 1855

9. *Facelina* sp. (Eliot, 1907) (**Figura 18 A**)

Familia GONIODORIDIDAE H. Adams y A. Adams, 1854

Genero *Trapania* Pruvot-Fol, 1931

10. *Trapania* sp. (**Figura 18 B**)

Familia POLYCERIDAE Alder y Hancock, 1845

Genero *Polycera* Cuvier, 1816

11. *Polycera marplatensis* Franceschi, 1928 (**Figura 18 C**)

12. *Polycera quadrilineata* (O. F. Müller, 1776) (**Figura 18 D**)

Familia TRITONIIDAE Lamarck 1809

Genero *Tritonia* Cuvier, 1798

13. *Tritonia odhneri* Marcus, 1959 (**Figura 18 E**)

Durante el desarrollo de este trabajo se obtuvieron 12 nuevos registros de nudibranquios para el Golfo San Matías, (*Cadlina sparsa*, *Coryphella verta*, *Cuthona valentini*, *Diaulula punctuolata*, *Gargamella immaculata*, *Rostanga pulchra*, *Doto uva*, *Facelina* sp., *Trapania* sp., *Polycera marplatensis*, *Polycera quadrilineata* y *Tritonia odhneri*), un nuevo registro para Mar Argentino (*Doto uva*), siete especies amplían su rango geográfico desde el centro de la Patagonia hacia el norte de esta (*C. sparsa*, *C. valentini*, *R. pulchra*, *D. punctuolata*, *G. immaculata*, *P. quadrilineata* y *T. odhneri*), una especie (*C. verta*) expande su distribución desde Brasil hasta el GSM.



Figura 17. Especies de nudibranchios observadas en el Parque Submarino Las Grutas. **A)** *Cadlina sparsa*; **B)** *Coryphella verta*; **C)** *Cuthona valentini*; **D)** *Diaulula punctuolata*; **E)** *Gargamella immaculata*; **F)** *Geitodoris patagonica*; **G)** *Rostanga pulchra*; **H)** *Doto uva*.

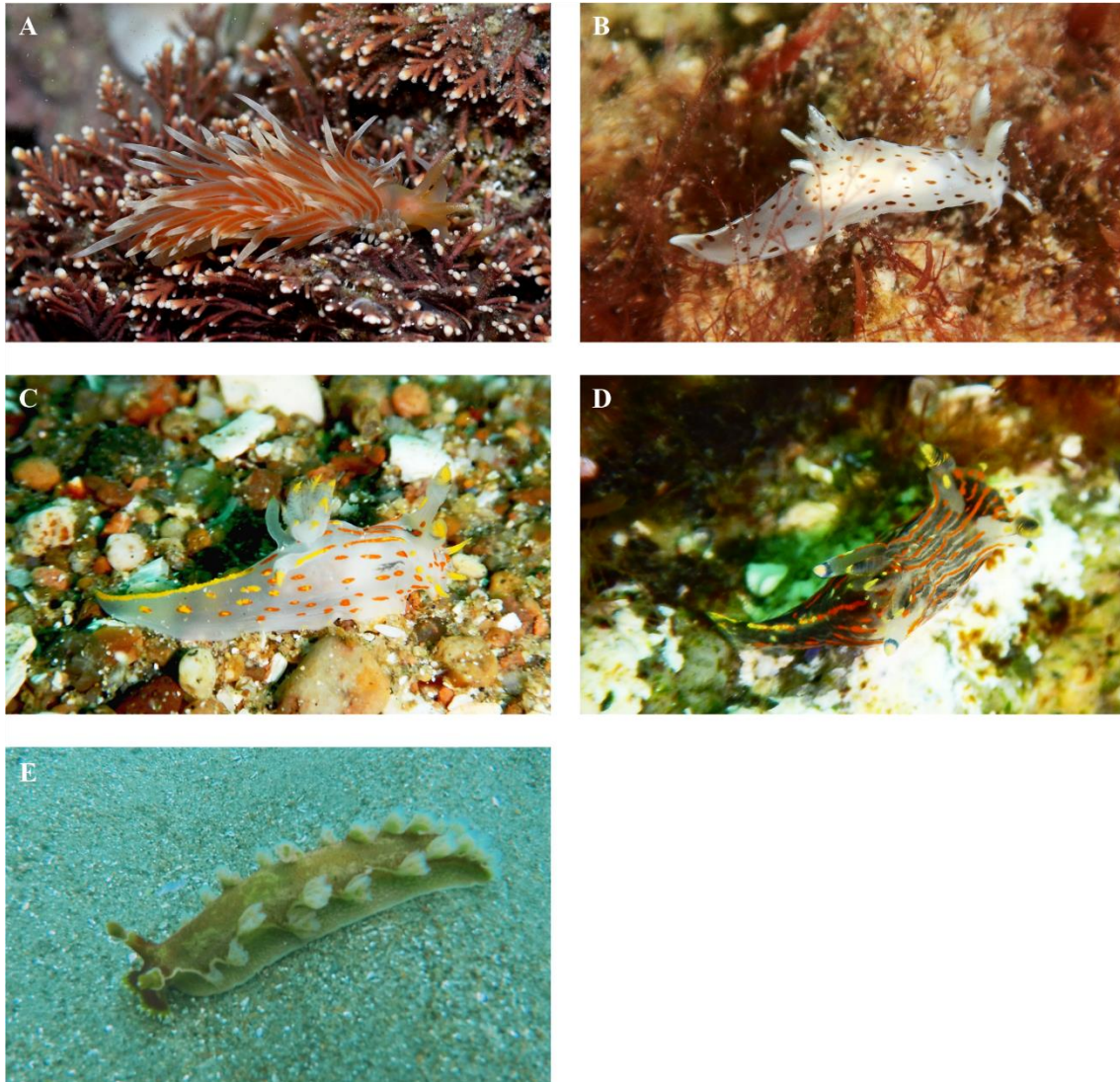


Figura 18. Especies de nudibranchios observadas en el Parque Submarino. **A)** *Facelina* sp.; **B)** *Trapania* sp; **C)** *Polycera marplatensis*; **D)** *Polycera quadrilinetata*; **E)** *Tritonia odhneri*.

5.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Familia Cadlinidae Bergh, 1891

1. *Cadlina sparsa* (Odhner, 1921)

Nombre original *Juanella sparsa* Odhner, 1921

Descripción: +/- 30mm, cuerpo ovalado de color blanco, con una hilera de manchas naranjas laterales en el borde del manto. Dorso cubierto con tubérculos dispersos de diferentes tamaños. 10 a 16 branquias dorso posteriores, uni o bipinnadas que rodean la papila anal. Rinóforos foliados con hasta 15 láminas. La fórmula radular es 72 x 0.26.1.26.0. El diente raquídeo tiene forma de garra con cuatro cúspides. Los primeros dientes laterales tienen varios dentículos y una cúspide central más grande. Los dientes laterales más externos se vuelven cada vez más largos y similares a sierras, con numerosos dentículos y una gran cúspide en el extremo de cada diente (**Figura 19**).

Distribución: Bahía Camarones, Argentina (44°53'S / 65°39'O) (Schrödl 1996), Islas Juan Fernandez (Odhner 1921), Bahía Coliumo, Chile (36°32'S / 72°57'O) (Schrödl 1996), California desde San Diego (Behrens 1991) hasta Marin County, USA (Jaekle 1984).

Ecología: Vive en zonas de intermareales rocosos y fondos duros.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para el golfo y extiende su distribución al norte de la Patagonia.

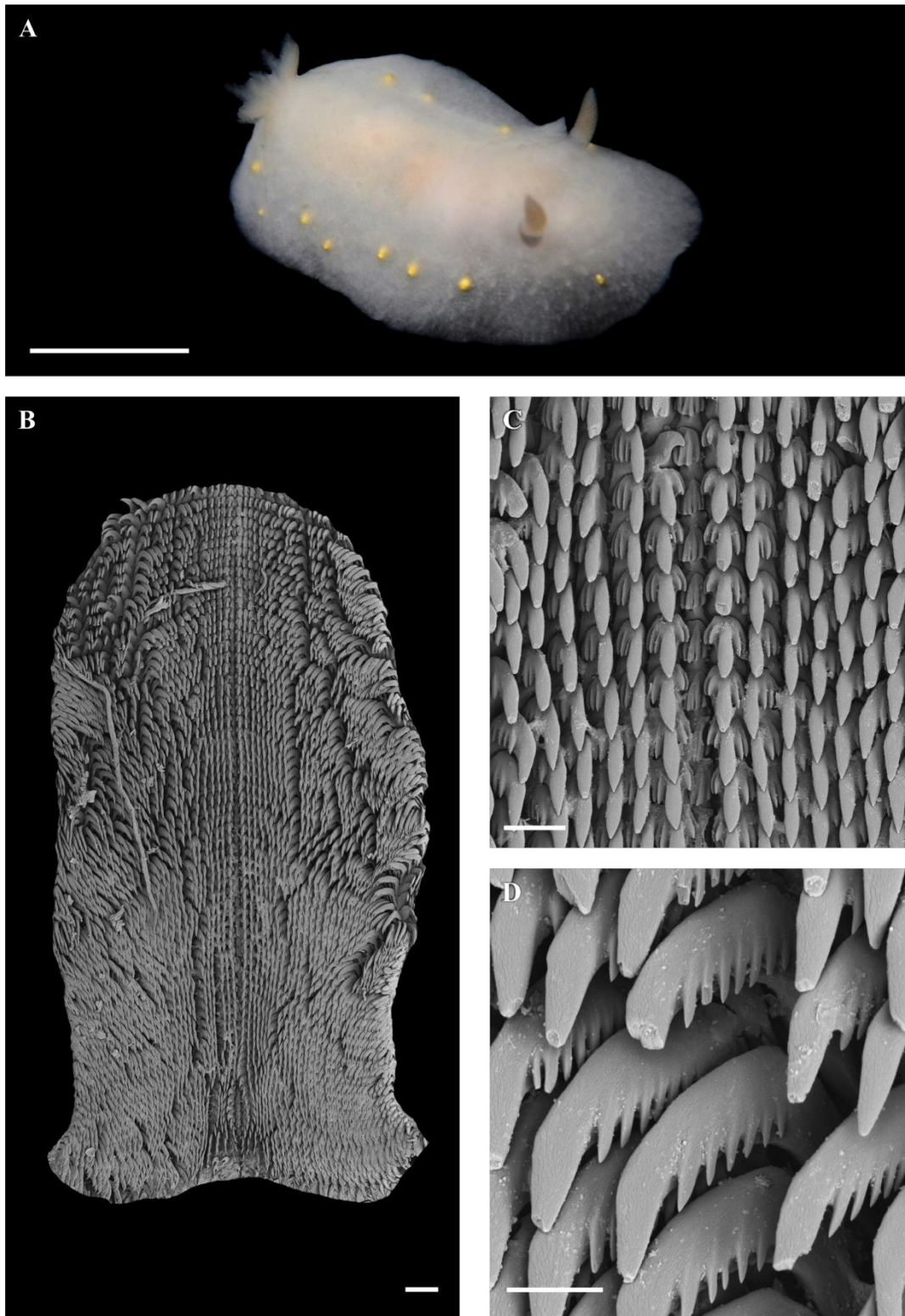


Figura 19. *Cadlina sparsa*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central y primeros laterales; **D)** Detalle de los dientes laterales externos. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 100 μ m; **C)** 50 μ m; **D)** 20 μ m.

Familia Coryphellidae Bergh, 1889

2. *Coryphella verta* Marcus, 1970

Descripción: +/- 10 mm, cuerpo alargado, color blanco translúcido. Presenta una línea blanca dorsal que recorre el cuerpo, desde los tentáculos orales hasta el final del pie. Los rinóforos son cónicos, alargados y su superficie es rugosa. De 13 a 17 ceratas en cada lado del cuerpo, agrupadas en 4 a 6 grupos, generalmente de color rojizo con manchas blancas. Puntas de los rinóforos y ceratas blancas. Los tentáculos orales son delgados, ligeramente aplanados y alargados. La fórmula radular es 21 x 0.1.1.1.0. El diente raquídeo tiene una cúspide central estrecha, ligeramente deprimida, con una base arqueada y en el ápice del diente se observan entre 5 a 8 dentículos en imagen especular. Los dientes laterales son anchos en la base y tienen 5 a 7 dentículos largos (**Figura 20**).

Distribución: West Pal, Florida hasta Cananéia, Brasil (Millen y Hamann 2006).

Ecología: Vive sobre fondos duros asociado a hidrozoos.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para el golfo y el Mar Argentino, extendiendo su distribución desde Brasil hacia el norte de la Patagonia.

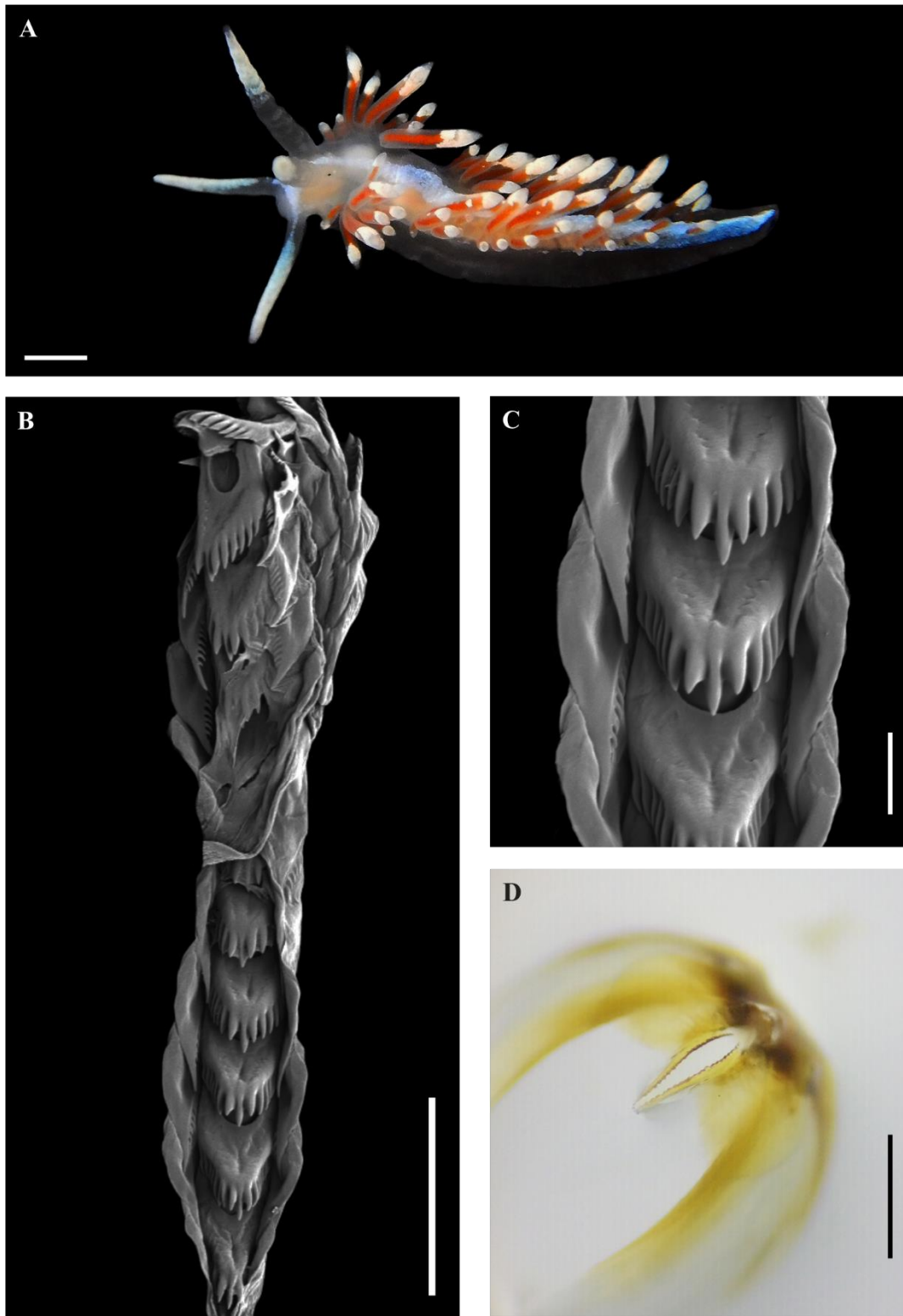


Figura 20. *Coryphella verta*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central y lateral; **D)** Mandíbula y borde masticatorio. Barras de escala: **A** y **D)** 1 mm; **B)** 100 μ m; **C)** 20 μ m.

Familia CUTHONIDAE Odhner, 1934

3. *Cuthona valentini* (Eliot, 1907)

Nombre original: *Cratena valentini* Eliot, 1907

Descripción: +/- 10 mm, cuerpo alargado de color marrón claro, translúcido. Rinóforos cilíndricos lisos. Hasta 20 ceratas cada lado, dispuestas en filas muy cortas, en grupos que disminuyen el número de ceratas hacia la zona posterior. Ceratas con punta blanca. Glándulas digestivas color marrón, visibles dentro de las ceratas, estas se unen debajo de cada grupo de ceratas. La fórmula radular es 17 x 0.0.1.0.0. El diente raquídeo presenta una fuerte cúspide central deprimida con hasta 8 dentículos a cada lado de esta (**Figura 21**).

Puesta: La masa de huevos es un cordón ondulado de 10 mm de longitud, de color rosado que depositan sobre hidrozoos (**Figura 32 A**).

Distribución: Islas Malvinas y Estrecho de Magallanes, Argentina (Schrödl 2003).

Ecología: Vive sobre fondos duros asociado a hidrozoos.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para el golfo y extiende su distribución al norte de la Patagonia.

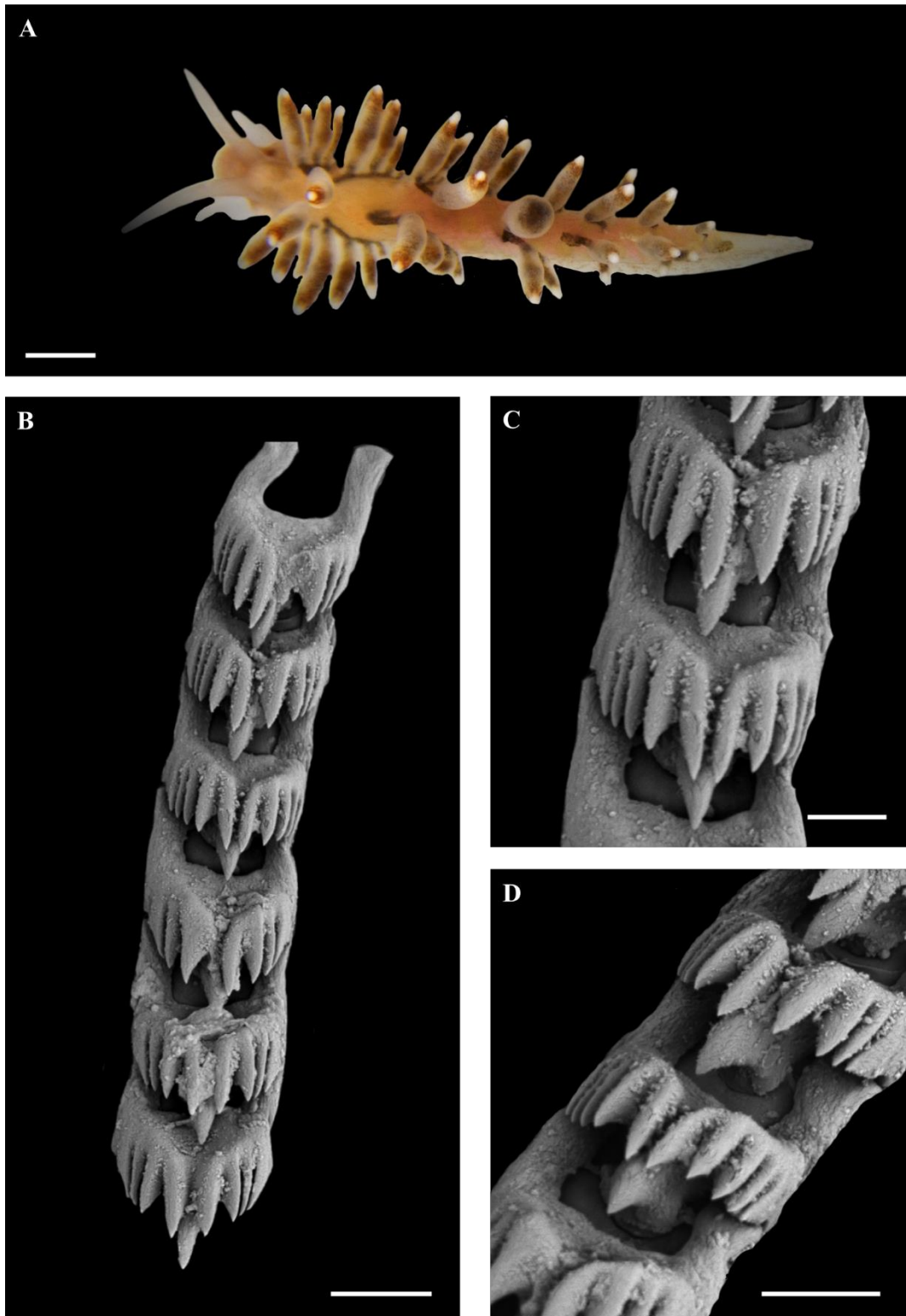


Figura 21. *Cuthona valentini*. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central; **D)** Vista inclinada del diente central. Barras de escala: **A)** 1 mm; **B - D)** 20 μ m.

4. *Diaulula punctualata* (d'Orbigny, 1837)

Original name: *Doris punctuolata* d'Orbigny, 1837

Descripción: +/- 100 mm, Cuerpo ovalado, generalmente de color blanco a amarillento. A veces con dos filas de manchas oscuras se extienden entre los rinóforos y las branquias, por encima del borde del manto. Superficie dorsal está densamente cubierta por tubérculos carofilídeos delgados. Rinóforos foliados con hasta 20 láminas, con una elevación en forma de cuello en la base. 6 a 7 branquias bipinnadas, dorso-posteriores, que rodean la papila anal. Tentáculos orales digitiformes. Pie bilabiado; labio superior con una muesca vertical en la región anterior. La fórmula radular es 24 x 0.26.0.26.0. Los dientes laterales son simples, alargados y lisos (**Figura 22**).

Puesta: La masa de huevos es una cinta gelatinosa ondulada blanquecina de aproximadamente 60 mm de longitud, con hasta cuatro vueltas en espiral (**Figura 32 C**).

Distribución: Golfo Nuevo, Chubut, Argentina hasta Arica (18°28'S / 70°20'O), Norte de Chile (Valdes y Muniain 2002) y Callao, Perú (Schrödl 2003).

Ecología: Vive sobre fondos duros entre los 6 y 20 metros, generalmente asociados a esponjas.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para golfo y extiende su distribución al norte de la Patagonia.

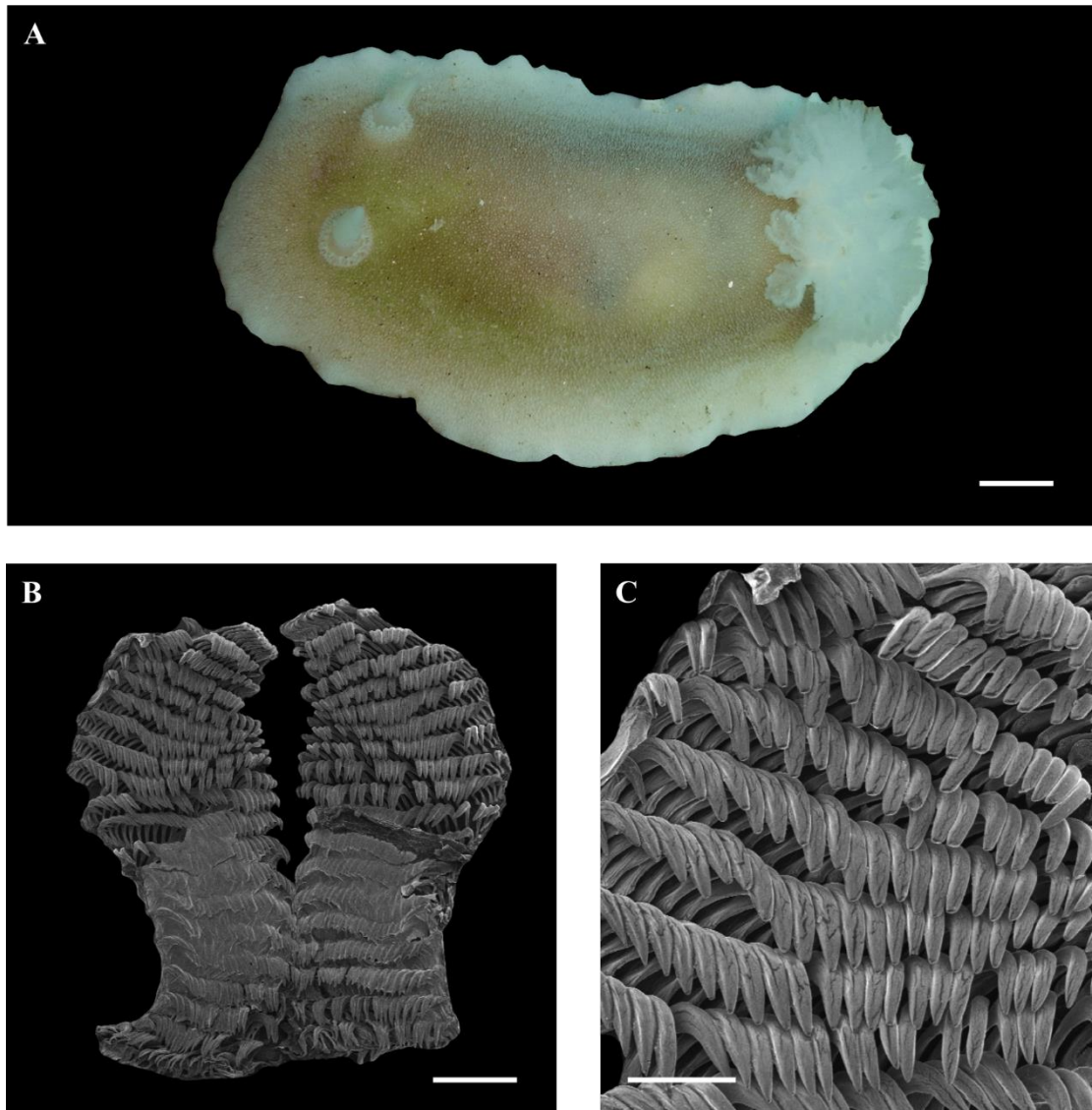


Figura 22. *Diaulula punctuolata*. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 500 μ m; **C)** 200 μ m.

5. *Gargamella immaculata* Bergh, 1894

Descripción: +/- 30 mm, cuerpo ovalado, de color blanco, amarillento o naranja. Dorso densamente cubierto por tubérculos carofilídeos de diferentes tamaños, algunos de ellos de color blanco (**Figura 23**). Rinóforos foliados con hasta 10 láminas. Con 8 a 12 branquias bi o tripinnadas dorso posteriores que rodean la papila anal. Tentáculos orales digitiformes. Pie bilabiado con una muesca central en la región anterior sobre la boca.

Puesta: La masa de huevos es una cinta gelatinosa de color amarillenta de unos 20 mm de longitud, con hasta cuatro vueltas en espiral (**Figura 32 D**).

Distribución: Norte de Argentina (37°50'S / 56°11'O) (Odhner 1926), Patagonia Argentina y Chilena hasta Bahía Coliumo, Chile (Schrödl 1997, 2003).

Ecología: Vive principalmente en fondos blandos y se la puede encontrar sobre rocas.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para el golfo. No se pudo obtener rádulas de los ejemplares analizados

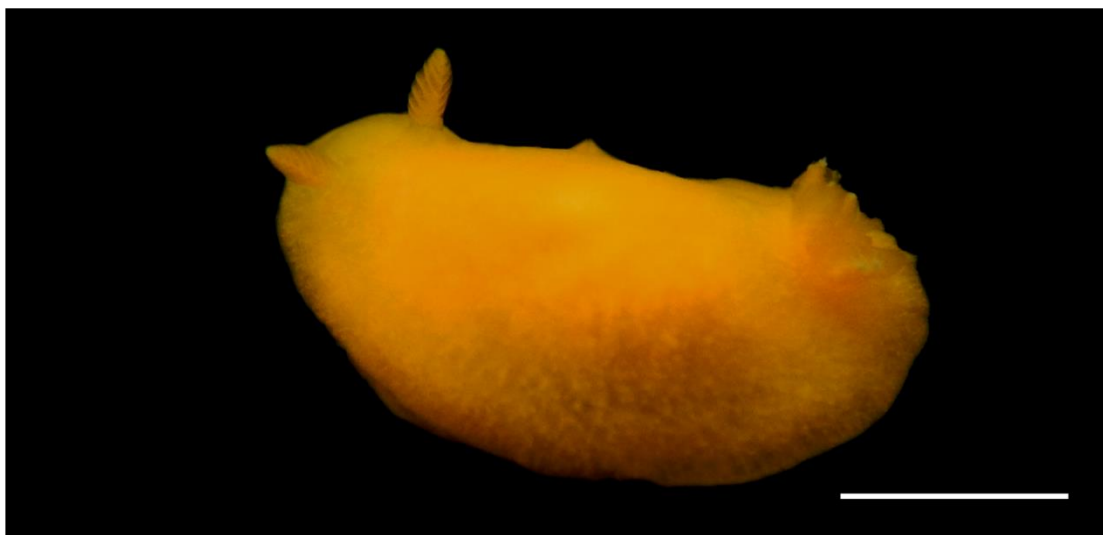


Figura 23. *Gargamella immaculata*. Especimen vivo. Barra de escala: 10 mm.

6. *Geitodoris patagonica* Odhner, 1926

Descripción: +/- 40 mm, cuerpo ovalado de color, amarillento a gris oscuro, manchas oscuras en el dorso. La superficie del manto está cubierta densamente con tubérculos de dos tamaños. Rinóforos laminados con 12 a 16 laminillas. Con 6 a 8 branquias bi o tripinnadas dorso posteriores, que rodean la papila anal. La fórmula radular es 20 x 6.29.0.29.6. Los dientes laterales tienen una cúspide puntiaguda, pequeña y curvada. Los dientes marginales son muy delgados, curvados y alargados, apilados como las páginas del libro, con dentículos en el borde más externo (**Figura 24**).

Puesta: La masa de huevos es una cinta gelatinosa amarillenta de unos 20 mm de longitud, con hasta tres vueltas en espiral (**Figura 32 E**).

Distribución: Golfo San Matías (Scarabino 1970), Norte de Chubut, Patagonia hasta Islas Malvinas, Argentina (Muniain 2001).

Notas: Vive en fondos duros asociada con briozoos y esponjas.

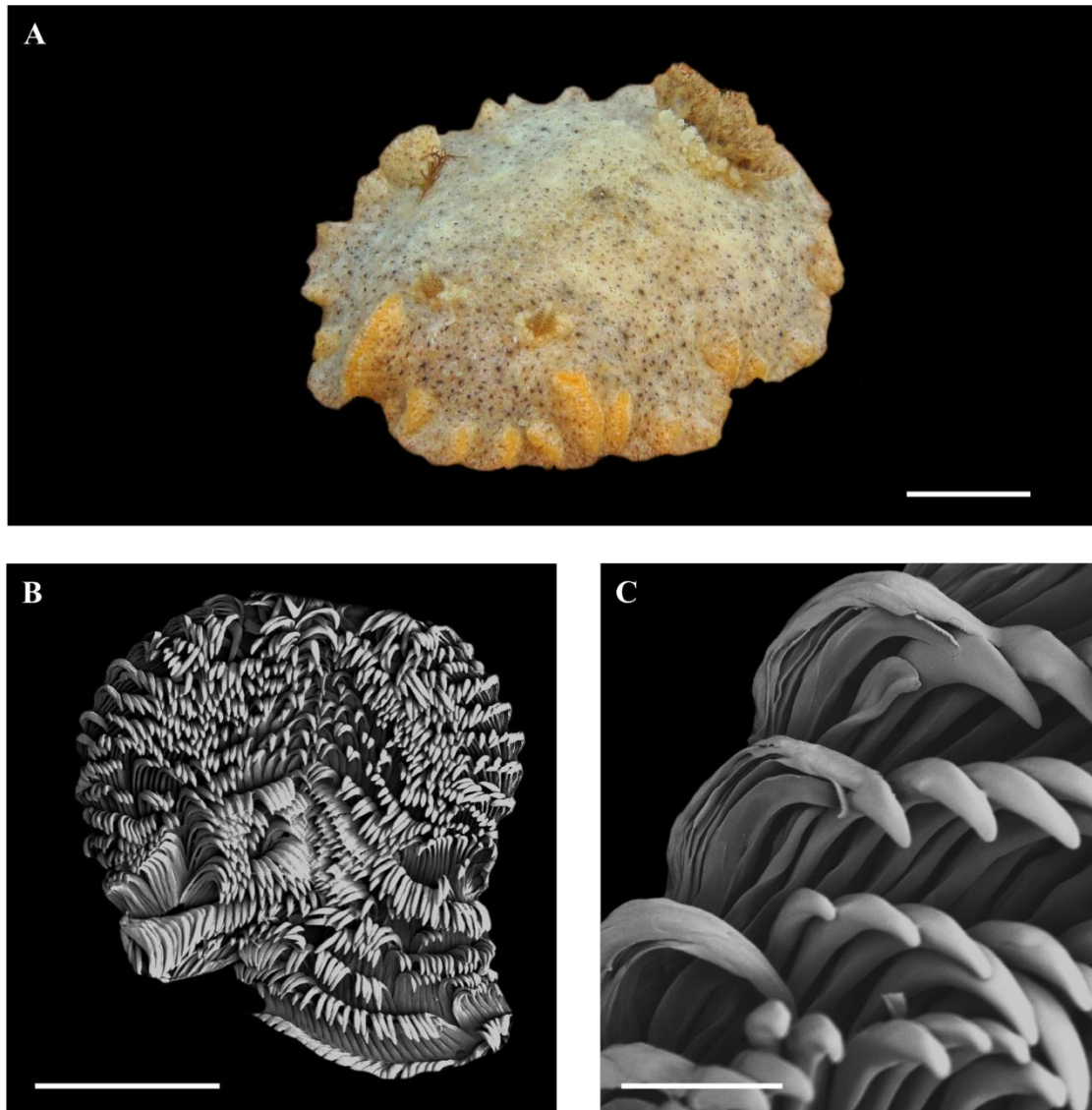


Figura 24. *Geitodoris patagonica*. **A)** Especímen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 1 mm; **C)** 100 μ m.

Familia Discodorididae Bergh, 1891

7. *Rostanga pulchra* MacFarland, 1905

Descripción: +/- 25 mm, cuerpo ovalado, de color anaranjado - rojizo uniforme. Dorso densamente cubierto con tubérculos carofilídeos delgados con altura uniforme. Rinóforos lamelados con aproximadamente 10 láminas verticales y un botón apical. Diez (10) branquias dorso posteriores, unipinnadas que rodean la papila anal. Los tentáculos orales son cortos y cónicos. El pie es ancho y bilabiado en la zona anterior. La fórmula radular es 43 x 22.25.0.25.22. No presentan diente raquideo. El primer diente lateral es pequeño con hasta 6 dentículos puntiagudos en su borde interior. Los dientes laterales presentan una base ancha, crecen en tamaño, haciéndose más largos y delgados hacia el borde externo de la rádula. Los dientes marginales son muy delgados y alargados, se dividen en forma de finos hilos en el tercio superior (**Figura 25**).

Puesta: La masa de huevos es depositada sobre esponjas. Está formada por una cinta gelatinosa naranja ondulada de unos 20 mm de longitud, con hasta dos vueltas en espiral (**Figura 32 B**).

Distribución: Bahía Camarones, Argentina (Marcus y Marcus 1969); Isla Chiloé hasta Bahía Coliumo, Chile (Schrödl 1996, 1997, 1999); Alaska hasta México (Schrödl 2003).

Ecología: Vive en fondos duros entre los 6 y 20 metros, asociado a esponjas.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para golfo y extiende su distribución al norte de la Patagonia.

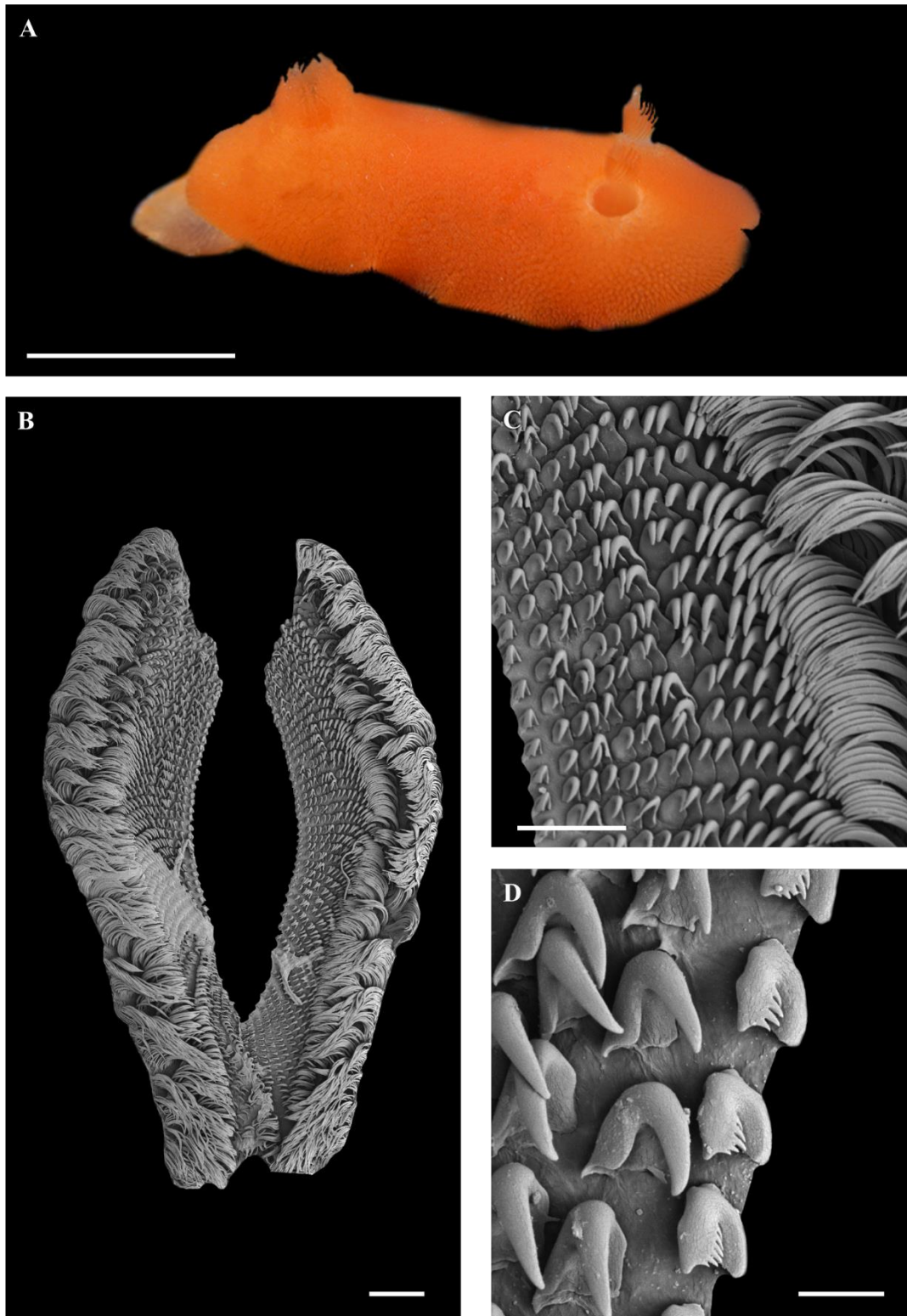


Figura 25. *Rostanga pulchra*. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales; **D)** Detalle del primer lateral. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 200 μm ; **C)** 100 μm ; **D)** 20 μm .

Familia Dotidae Gray, 1853

8. *Doto uva* Marcus, 1955

Descripción: +/- 8mm, cuerpo alargado y liso, de color blanco translúcido con manchas oscuras. Rinóforos lisos con una vaina en su base. Con 6 pares de ceratas con 3 a 5 anillos de proyecciones redondeadas de tamaño similar. La fórmula radular es 90 x 0.0.1.0.0. El diente raquídeo está arqueado con hasta 5 denticulos laterales a cada lado de la cúspide central (**Figura 26**).

Puesta: La masa de huevos es una cinta blanca delgada y ondulada de unos 10 mm de longitud (**Figuras 26 A y 32 F**).

Distribución: Sao Paulo, Brasil (Marcus 1957); Golfo de Ancud hasta Bahía Coliumo, Chile (Schrödl 2003, 2005), mientras que Fischer et al. (2005) extendieron considerablemente su rango de distribución geográfica conocido a Tongoy, Coquimbo y Tocopilla (costa norte de Chile).

Ecología: Vive en fondos duros asociados con hidrozoos.

Notas: Es una especie difícil de encontrar por su pequeño tamaño. Esta especie representa un nuevo registro para el golfo y para el Mar Argentino.

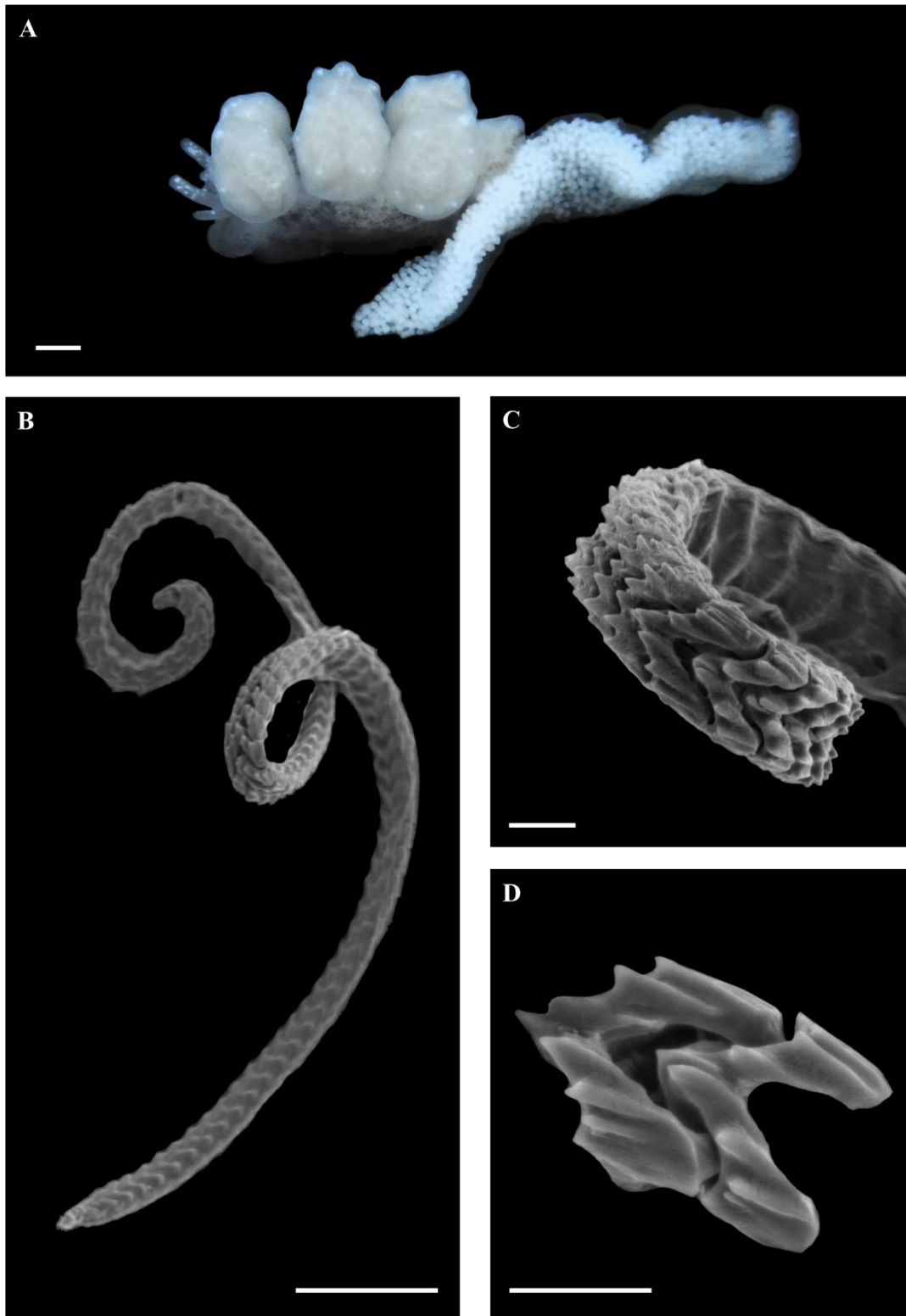


Figura 26. *Doto uva*. **A)** Especimen vivo, con puesta en la zona posterior; **B)** Vista general de la rádula; **C** y **D)** Detalle del diente central. Barras de escala: **A)** 1 mm; **B)** 50 μm ; **C** y **D)** 10 μm .

Familia FACELINIDAE Bergh, 1889

9. *Facelina* sp.

Descripción: +/- 40 mm, cuerpo alargado de color anaranjado claro translúcido. Rinóforos foliados, con hasta 25 láminas. De 5 a 6 hileras transversales de ceratas a cada lado del cuerpo, generalmente de color amarillo anaranjado. Tentáculos orales cónicos y alargados. Tentáculos orales, ceratas y rinóforos con punta blanca. El pie posee una línea blanca longitudinal que termina en la cola. La fórmula radular es 14 x 0.0.1.0.0. El diente raquídeo posee una cúspide central fuerte con 6 a 9 dentículos a cada lado. El borde masticatorio de las mandíbulas presenta 11 dentículos rectangulares alargados fuertes (**Figura 27**).

Ecología: Vive en fondos duros asociada a algas rojas e hidrozoos.

Notas: Si bien no se llegó a la identificación de la especie (puede ser un taxón ya descrito o una nueva entidad), este género no se encuentra citado para la Argentina, por lo cual, representa un nuevo registro para golfo y Mar Argentino.

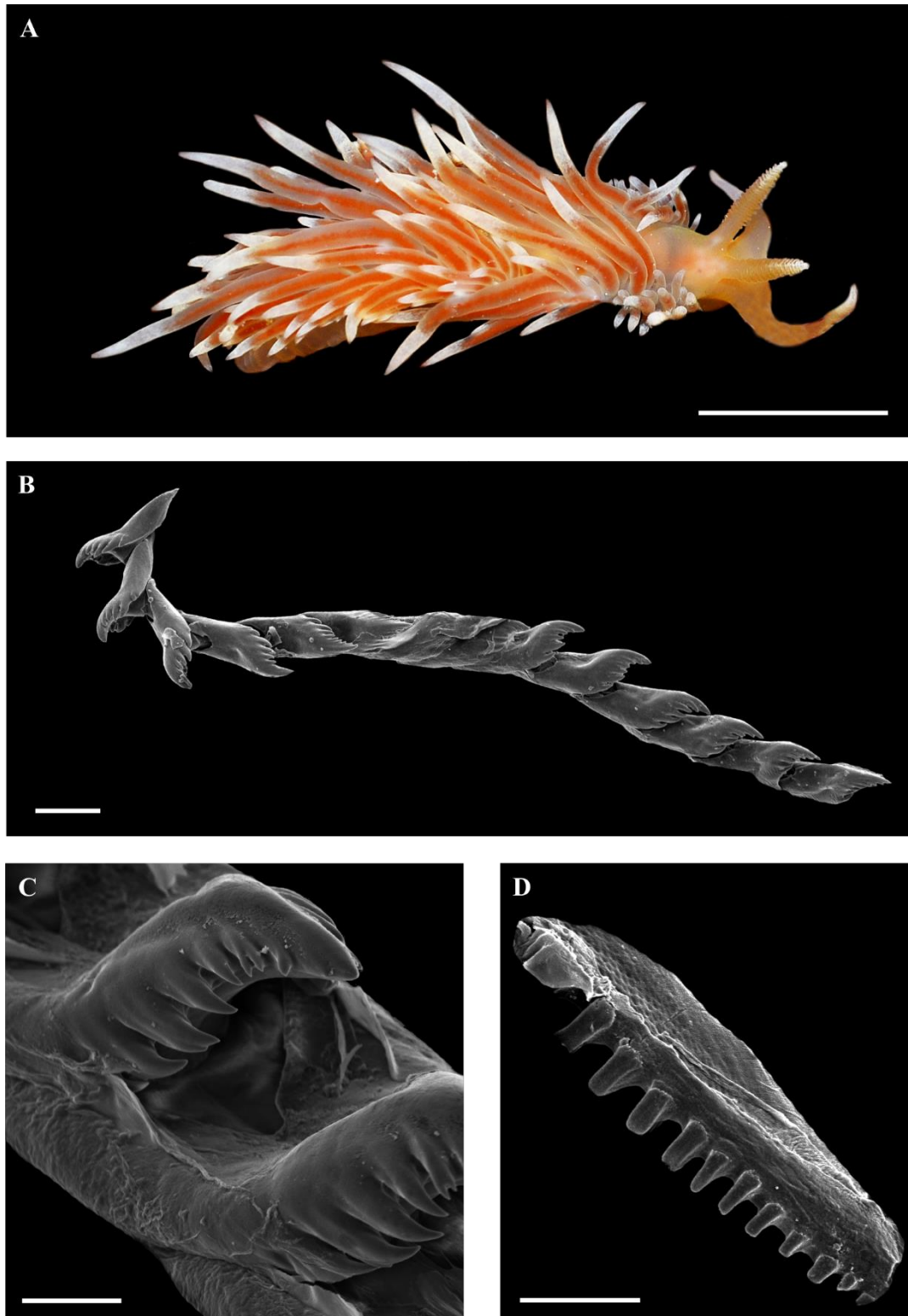


Figura 27. *Facelina* sp. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Detalle del diente central; **D)** Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 100 μ m; **C)** y **D)** 50 μ m.

Familia Goniodorididae H. Adams y A. Adams, 1854

10. *Trapania* sp.

Descripción: +/- 9mm, cuerpo alargado y liso, de color blanco, con manchas color marrón rojizo. Rinóforos foliados con hasta 12 láminas. Con 3 branquias bipinnadas dorso posteriores que rodean la papila anal. Tentáculos orales digitiformes. Dos pares de elongaciones digitiformes, una que rodea a los rinóforos y otra que rodea a las branquias. Tanto las ceratas, branquias, elongaciones y tentáculos presentan manchas de color marrón rojizas como el manto dorsal. Extremo posterior (cola) con quilla dorsal. La fórmula radular es 32 x 0.1.0.1.0. Los dientes laterales son rectangulares, con 8 dentículos grandes y entre éstos, 3 a 6 dentículos más pequeños. La armadura del disco labial está formada por cuatro placas rectangulares alargadas, unidas en forma compacta. El borde de masticación es ligeramente curvado y tiene dentículos que disminuyen de tamaño hacia el interior de las placas (**Figura 28**).

Ecología: Vive en fondos duros asociada con hidrozoos y algas rojas.

Notas: Si bien no se llegó a la identificación de la especie (puede ser un taxón ya descrito o una nueva entidad), este género no se encuentra citado para la Argentina, por lo cual, este taxón, representa un nuevo registro para el golfo y Mar Argentino.

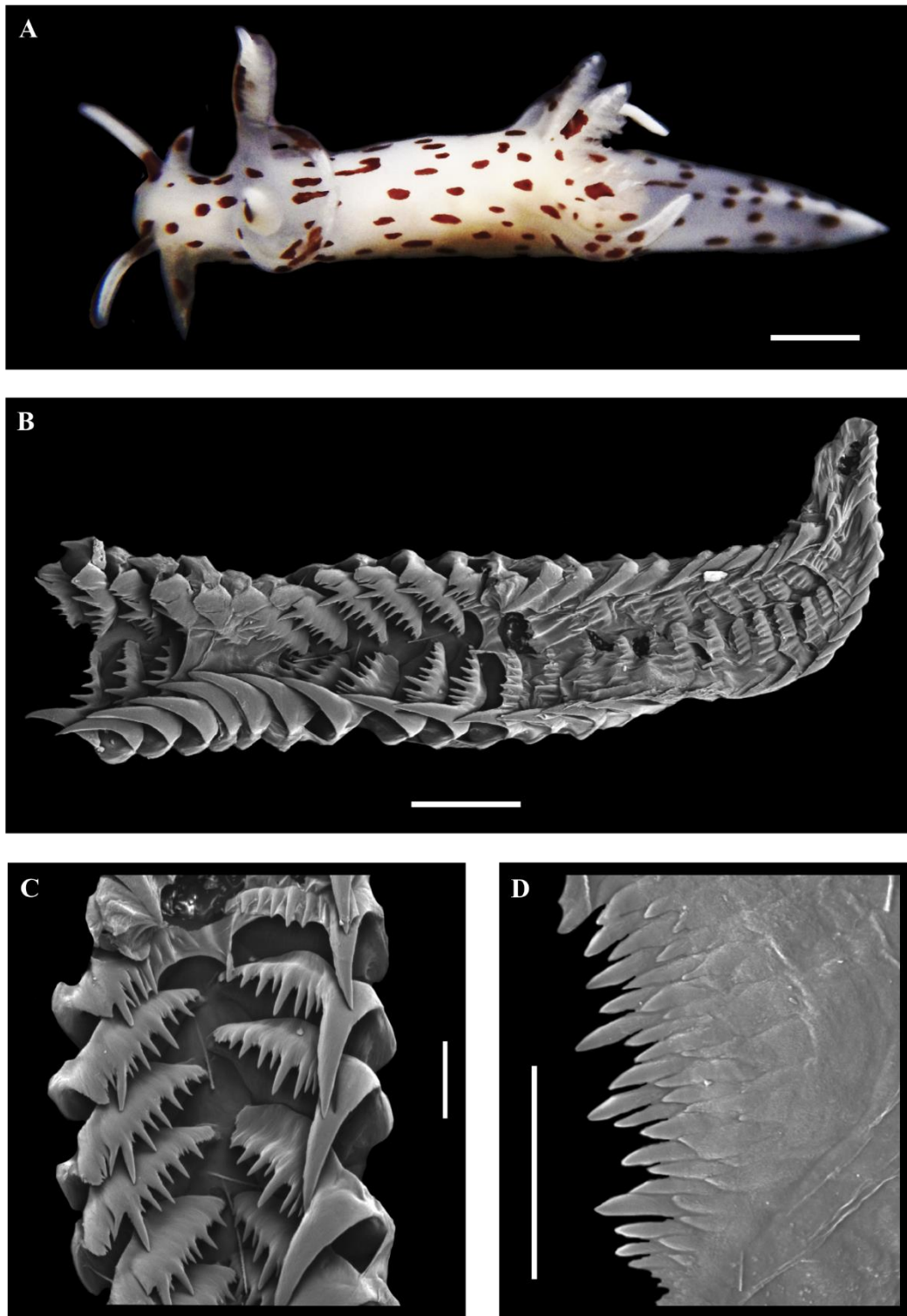


Figura 28. *Trapania* sp. **A)** Espécimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales; **D)** Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: **A)** 1 mm; **B)** y **D)** 50 μ m; **C)** 20 μ m.

Familia Polyceridae Alder y Hancock, 1845

11. *Polycera marplatensis* Franceschi, 1928

Descripción: +/- 30 mm, cuerpo alargado de aspecto translúcido con líneas dorsales anaranjadas y manchas-líneas laterales amarillas. Además, presenta coloración oscura en la base de los rinóforos y branquias. Rinóforos foliados con hasta 20 láminas. Con 9 branquias dorso posteriores unipinnadas rodeando la papila anal. Presenta un par de proyecciones digitiformes que rodean las branquias. Con 7 a 8 procesos digitiformes en el velo oral. La fórmula radular es 14 x 4.2.0.2.4. Los dientes laterales son simples con un espolón en el extremo. Los dientes marginales están reducidos. El borde masticatorio de las mandíbulas muestra un proceso similar a páginas de libros (**Figura 29**).

Puesta: La masa de huevos es una cinta ligeramente ondulada de 20mm, color blanco con un giro en espiral completo (**Figura 32 G**).

Distribución: Sao Paulo, Brasil (Rios 1975), Mar del Plata (Franceschi 1928), Patagonia (42°36'S / 64°16'O) (Muniain y Ortea 1999) y Bahía Camarones, Argentina (Schrödl 2003).

Ecología: Vive sobre fondos duros asociada con hidrozooos y algas pardas.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para golfo. Esta especie se diferencia de *Polycera quadrilineata* por la ausencia de manchas negras oscuras en todo el cuerpo y el mayor número de digitaciones en el velo oral.

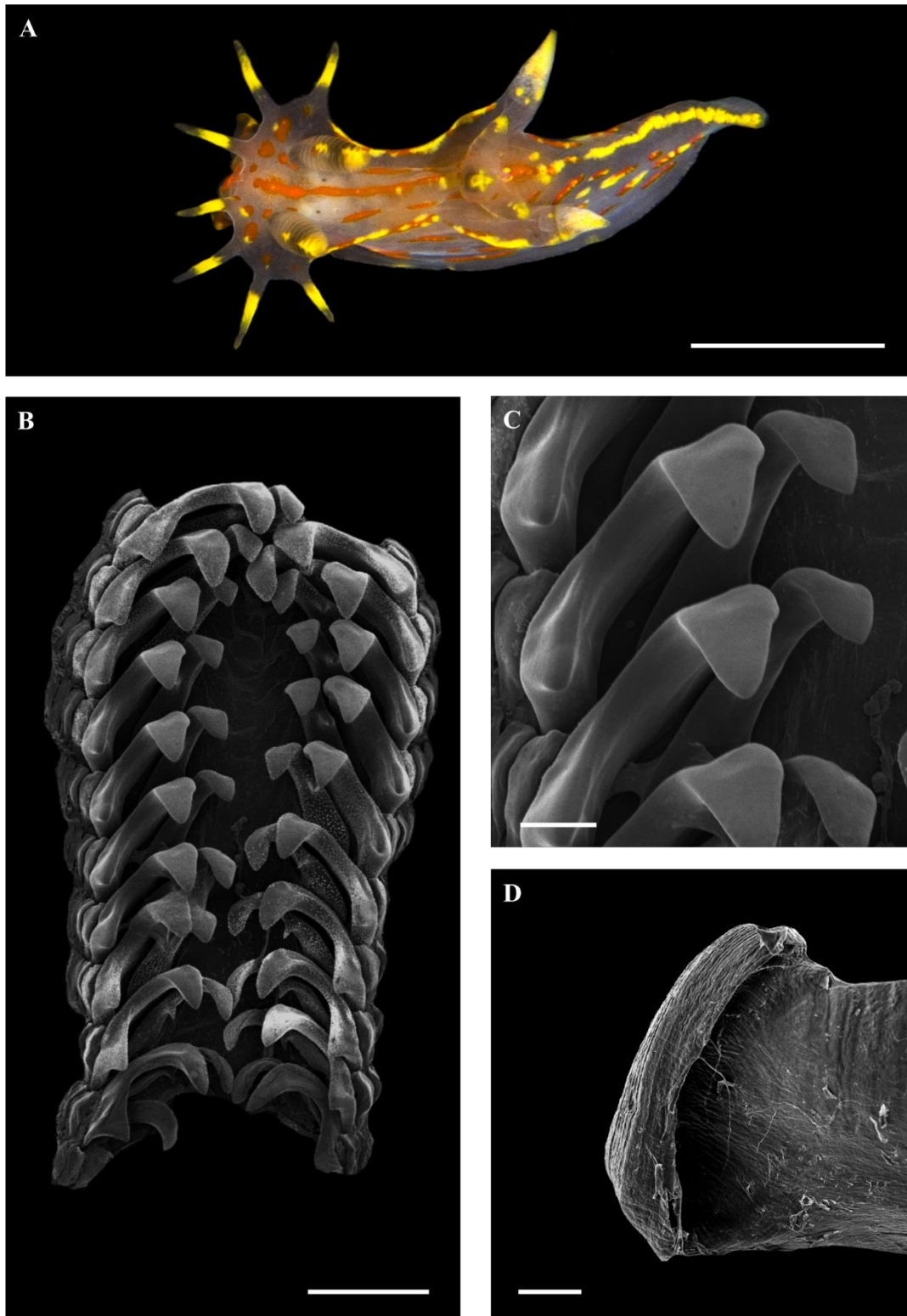


Figura 29. *Polycera marplatensis*. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales; **D)** Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** 200 μm ; **C)** 50 μm ; **D)** 100 μm .

12. *Polycera quadrilineata* (Müller, 1776)

Nombre original: *Doris quadrilineata* Müller, 1776

Descripción: +/- 30mm, cuerpo alargado de aspecto translúcido. Presenta varias líneas dorsales oscuras que se alternan con algunas bandas naranjas. Lateralmente está cubierto por manchas naranjas y amarillas. Rinóforos foliados con hasta 15 láminas. Con 8 branquias dorso posteriores unipinnadas, rodean la papila anal. Un par de proyecciones digitiformes rodean las branquias. Con 5 a 6 procesos digitiformes en el velo oral. La fórmula radular es 10 x 4.2.0.2.4. Los dientes laterales son simples con un espolón en el extremo; Los dientes marginales están reducidos. El borde masticatorio de las mandíbulas muestra un proceso similar a páginas de libros (**Figura 30**).

Puesta: La masa de huevos es una cinta ligeramente ondulada de 20mm, color blanco con hasta tres vueltas en espiral (**Figura 32 H**).

Distribución: Bahía Camarones, Argentina hasta Bahía Coliumo, Chile; San Diego hasta Marin County, California (Schrödl 2003).

Ecología: Vive en fondos duros asociada con hidrozooos y algas pardas.

Notas: Esta especie representa un nuevo registro para el golfo. Se diferencia de *P. marplatensis* en que presenta un menor tamaño y una coloración oscura que se observa sobre todo el cuerpo. *P. quadrilineata* posee hasta 6 digitaciones en el velo oral, mientras que *P. marplatensis* tiene de 7 a 8. Internamente la rádula y mandíbula solo se diferencian en que tienen un menor tamaño en *P. quadrilineata*.

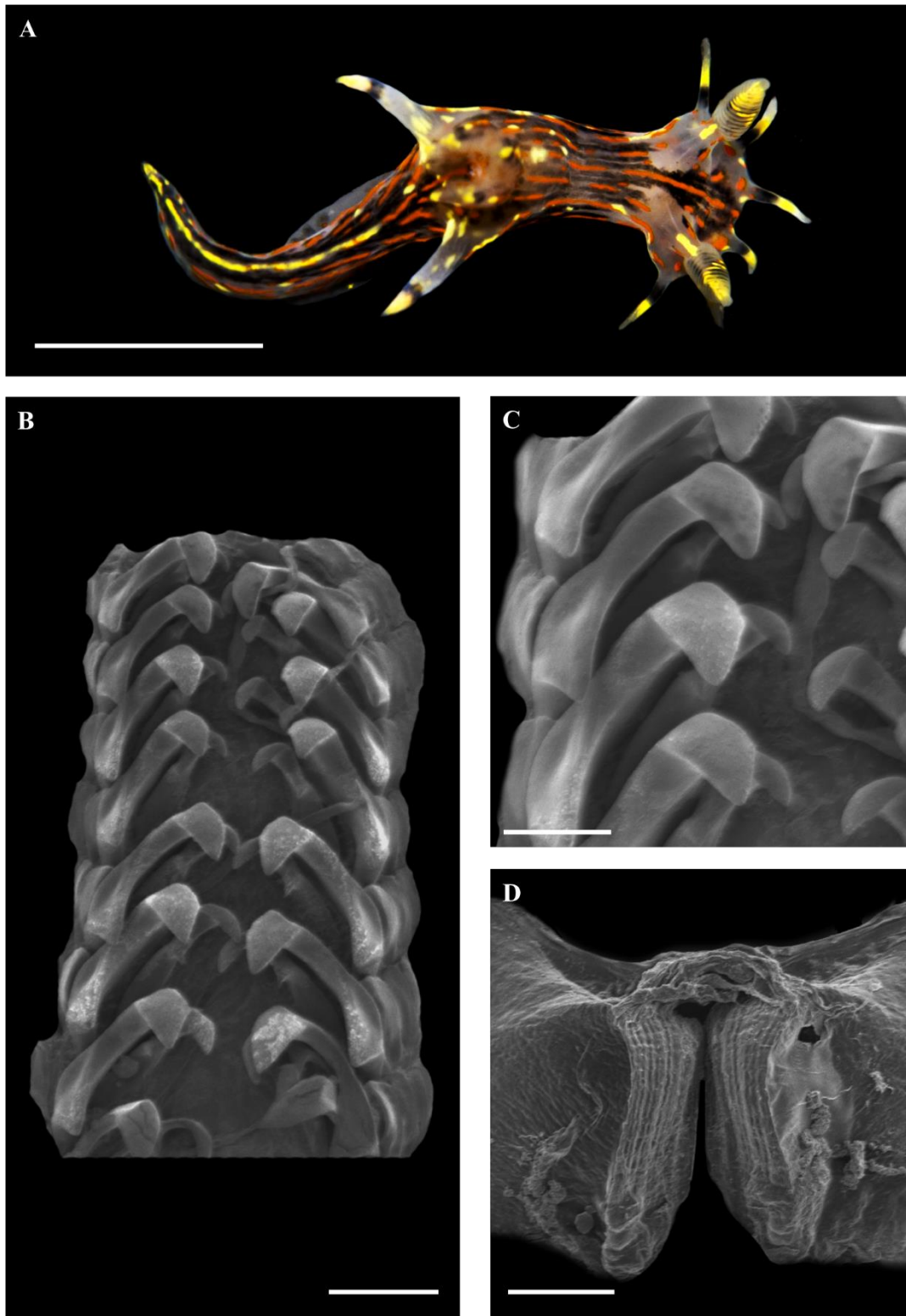


Figura 30. *Polycera quadrilineata*. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales; **D)** Borde masticatorio de las mandíbulas. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B y D)** 100 μm ; **C)** 50 μm .

Familia Tritoniidae Lamarck 1809

13. *Tritonia odhneri* Marcus, 1959

Descripción: +/- 90 mm, cuerpo alargado de color rosado. Dorso cubierto por manchas irregulares. Rinóforos lamelados con pliegues lobulados en la base. Con 14 a 16 branquias dorsolaterales de diferentes tamaños. Tentáculos orales bilobulados con varios procesos digitiformes en cada lóbulo. La fórmula de radular es 58 x 64.1.1.1.64. El diente raquídeo es ancho y tricúspide, la cúspide central se encuentra algo más elevada y fuerte que las laterales. El diente lateral posee una base ancha con una cúspide corta. Los dientes marginales son simples, delgados y curvos. Mandíbulas grandes con el borde masticatorio liso (**Figura 31**).

Distribución: Golfo San Jorge, Argentina hasta sur de Brasil; Golfo de Ancud hasta Bahía Coliumo (Schrödl 2003, García - Matucheski y Muniain 2011).

Ecología: Vive a grandes profundidades (60 a 190 m), sobre fondos blandos.

Notas: El registro de esta especie a poca profundidad podría ser casual. Esta especie a menudo se recolecta como fauna acompañante en pesquerías comerciales en el GSM, como lo describe García - Matucheski y Muniain (2011), para el Golfo de San Jorge, Patagonia.

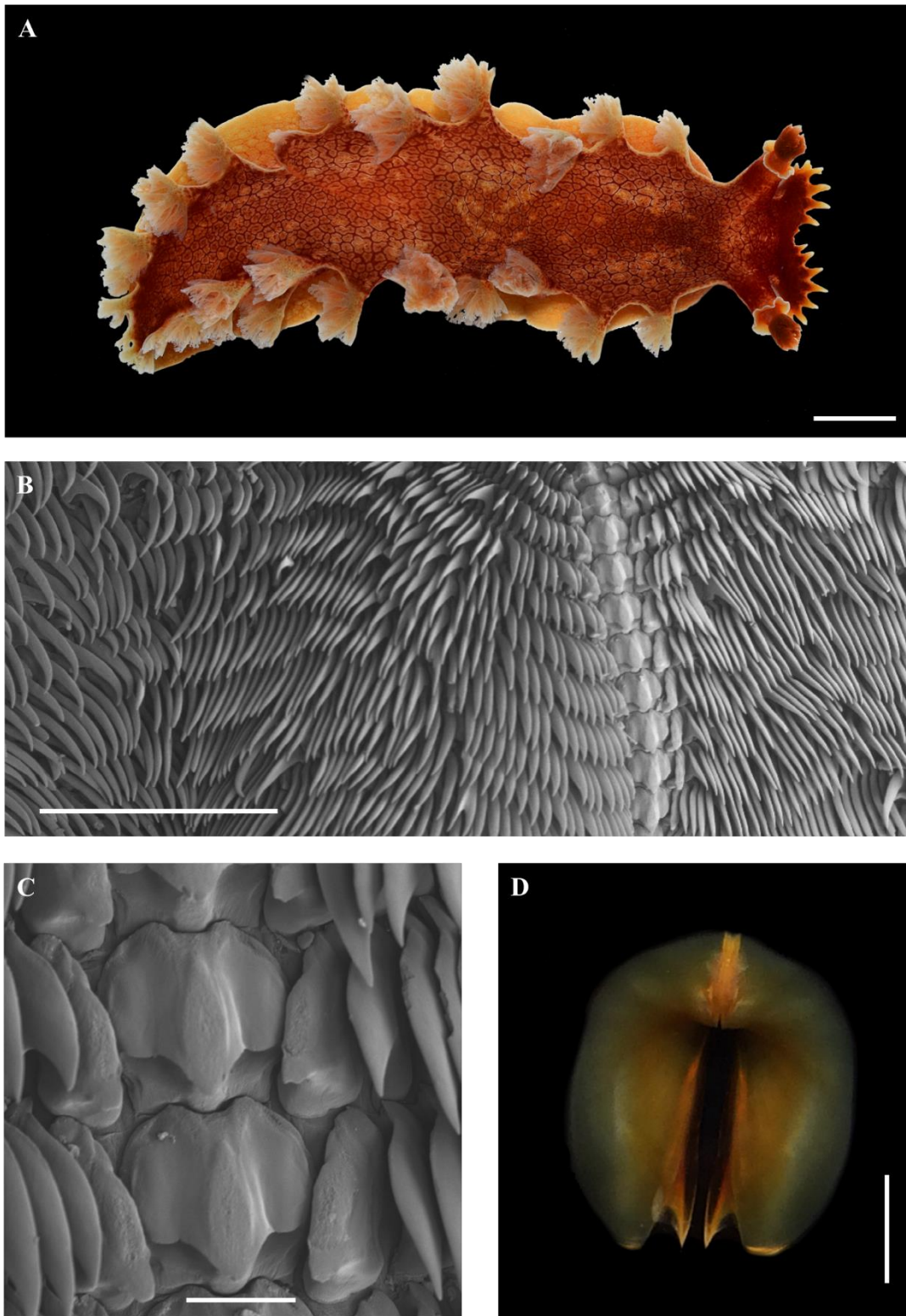


Figura 31. *Tritonia odhneri*. **A)** Especimen vivo; **B)** Vista general de la rádula; **C)** Dientes laterales y marginales; **D)** Detalle del primer lateral. Barras de escala: **A)** 10 mm; **B)** y **D)** 1 mm; **C)** 100 μ m.



Figura 32. Puestas de algunos nudibranquios halladas en los muestreos del GSM. **A)** *Cuthona valentini*; **B)** *Diaulula punctuolata*; **C)** *Gargamella immaculata*; **D)** *Geitodoris patagonica*; **E)** *Rostanga pulchra*; **F)** *Doto uva*; **G)** *Polycera marplatensis*; **H)** *Polycera quadrilineata*. Barras de escala: **A y F)** 1 mm; **B - E y G - H)** 10 mm.

5.1.3. CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE NUDIBRANQUIOS DEL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS

- 1 - Cuerpo sin ceratas ----- (2)
 - Cuerpo con ceratas ----- (11)
- 2 - Branquias dorso posteriores, rodeando la papila anal ----- (3)
 - Branquias laterales ----- (14)
- 3 - Dorso con tubérculos ----- (4)
 - Dorso liso ----- (8)
- 4 - Dorso cubierto con tubérculos ----- (5)
 - Dorso cubierto con tubérculos carofilídeos ----- (6)
- 5 - Cuerpo cubierto por tubérculos uniformes. Cuerpo de color amarillento con algunos tubérculos de color negro ----- ***Geitodoris patagonica* Odhner, 1926**
 - Cuerpo cubierto por tubérculos de diferentes tamaños. Cuerpo color blanco con una fila de manchas anaranjadas en el borde del manto ---***Cadlina sparsa* (Odhner, 1921)**
- 6 - Cuerpo ovalado de color blanco, con una fila de manchas oscuras en el borde del manto ----- ***Diaulula punctuolata* (d'Orbigny, 1837)**
 - Cuerpo de anaranjado o amarillo, sin manchas oscuras en el borde del manto ----- (7)
- 7 - Cuerpo anaranjado, cubierto por tubérculos carofilídeos de tamaño uniforme. Rinóforos lamelados ----- ***Rostanga pulchra* MacFarland, 1905**
 - Cuerpo amarillo, cubierto por tubérculos carofilídeos, algunos de estos de color blanco ----- ***Gargamella immaculata* Bergh, 1894**
- 8 - Cabeza sin velo oral ----- (9)
 - Cabeza con velo oral ----- (10)

- 9 - Tentáculos orales cortos. Dos pares de proyecciones digitiformes dorsales, uno frente a los rinóforos foliados y otro junto a las branquias. Cuerpo de color blanco con manchas rojizas ----- ***Trapania sp. Odhner, 1926***
- 10 - 7 proyecciones digitiformes en el velo oral. Cuerpo traslúcido, con líneas o manchas naranjas y amarillas ----- ***Polycera marplatensis Franceschi, 1928***
- 5 - 6 proyecciones digitiformes en el velo oral. Cuerpo traslúcido, con manchas naranjas y líneas de color negro ----- ***Polycera quadrilineata (Müller, 1776)***
- 11 - Ceratas dispuestas en grupos ----- (12)
- Ceratas aisladas o formando filas ----- (13)
- 12 - Cuerpo delgado, traslúcido con una línea blanca que atraviesa el dorso. Ceratas rojizas con la punta blanca. Rinóforos rugosos ----- ***Coryphella verta Marcus, 1970***
- Cuerpo ancho, traslúcido. Ceratas anaranjadas. Puntas de rinóforos, ceratas y tentáculos orales blancas. Rinóforos foliados ----- ***Facelina sp. (Eliot, 1907)***
- 13 - Cuerpo traslúcido de coloración general marrón claro. Ceratas cilíndricas con la punta blanca ----- ***Cuthona valentini (Eliot, 1907)***
- Cuerpo traslúcido blanco, generalmente con manchas oscuras. Ceratas con proyecciones redondeadas ----- ***Doto uva (Marcus, 1955)***
- 14 - 14 - 18 branquias, varias veces ramificadas a cada lado del manto. Rinóforos lamelados. Velo oral bilobulado, con varias proyecciones digitiformes. Cuerpo color rojizo. Dorso con manchas irregulares claras ***Tritonia odhneri Marcus, 1959***

5.2. DIVERSIDAD DE NUDIBRANQUIOS EN EL PARQUE SUBMARINO LAS GRUTAS

5.2.1. Abundancia

Durante los años de muestreos se registraron 92 ejemplares de nudibraquios pertenecientes a 13 especies. Las abundancias totales de cada especie registradas durante este estudio se muestran en la **Figura 33**.

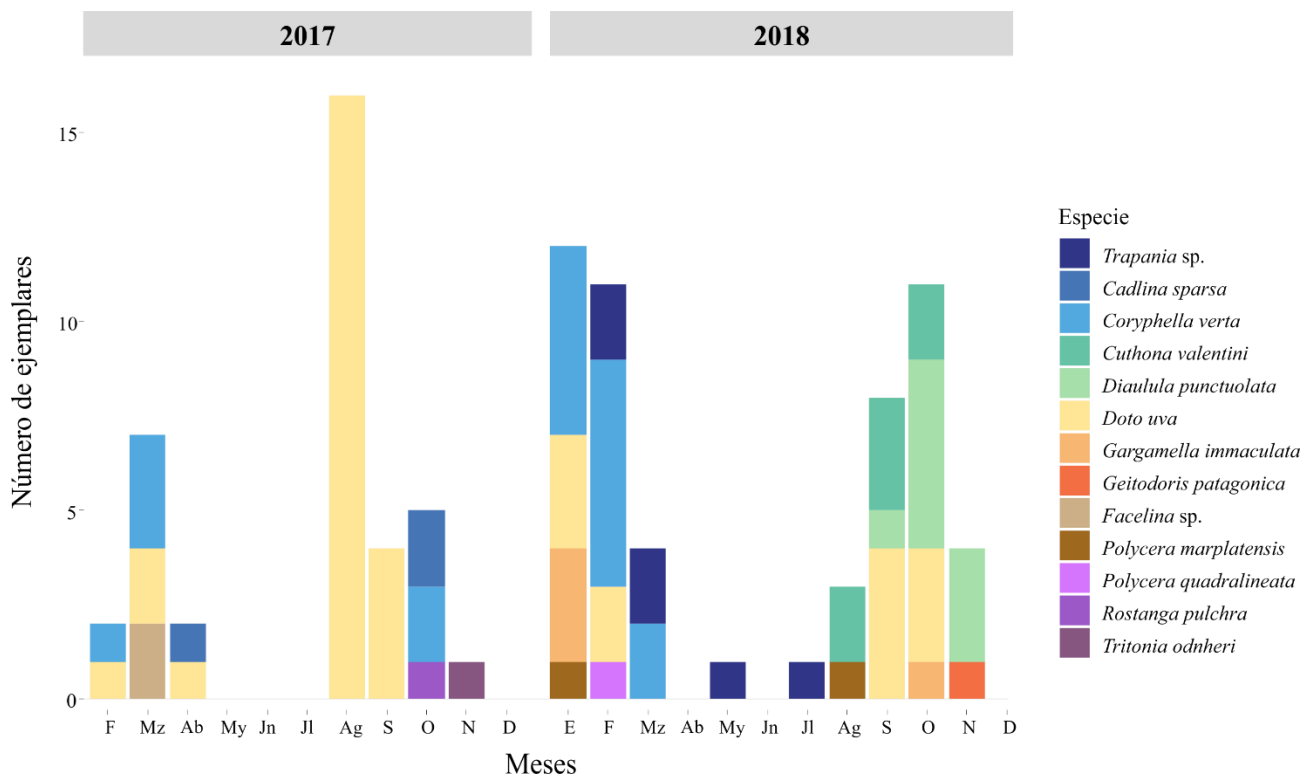


Figura 33. Número de ejemplares por especie registrados en cada mes de muestreo.

5.2.2. Riqueza potencial máxima

En lo que respecta a la representatividad del número total de especies registradas entre febrero del 2017 hasta diciembre del 2018, se graficó la curva de acumulación de especies (**Figura 34**). Esta curva muestra que el número de especies encontradas, representada por la curva de color rojo (Sobs), aumentó conforme avanzó el estudio, incrementando de una especie en el primer muestreo hasta 13 al final del estudio, acercándose a su asíntota de 16, representada por por la curva de color azul (Chao1), lo que indica que se podrían encontrar al menos tres especies más.

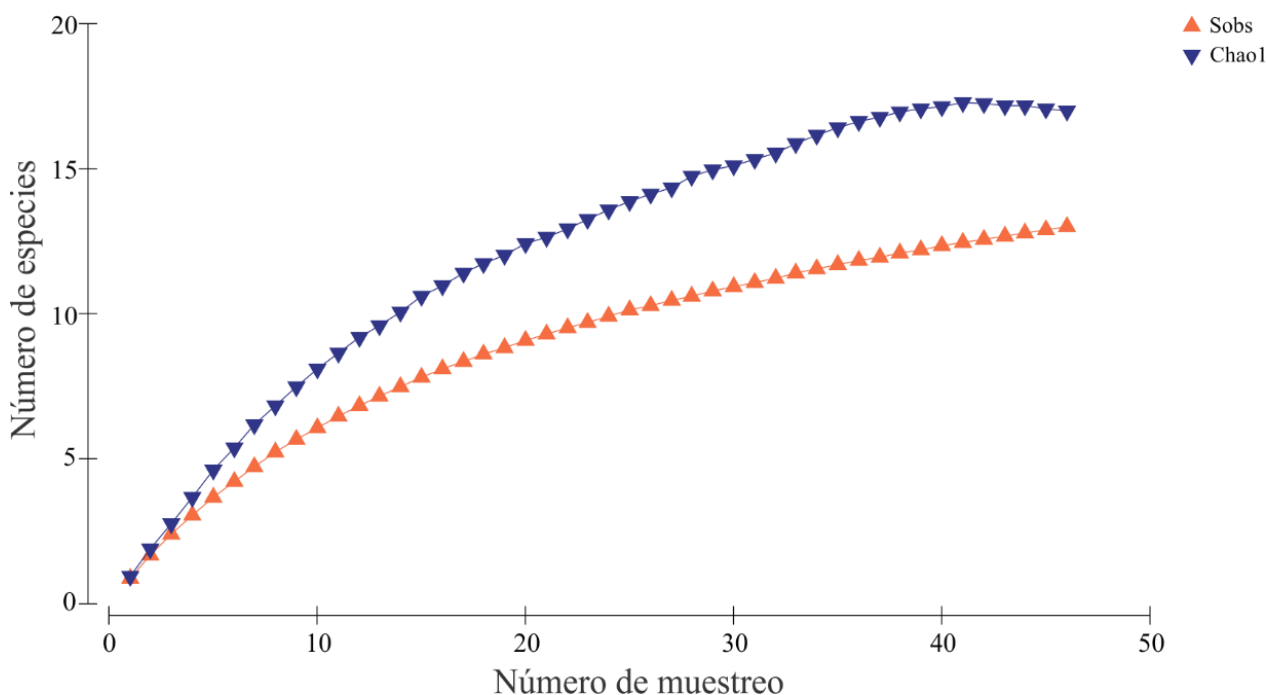


Figura 34. Curva de acumulación de especies.

5.2.3. Variabilidad temporal en la abundancia total

No se registraron diferencias significativas en el número de ejemplares entre las estaciones y entre los años de muestreo ($p > 0.05$) (**ANOVA, Tabla 1**)

Tabla 1. ANOVA de dos vías comparando las abundancias de las especies entre estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) y años (2017 y 2018).

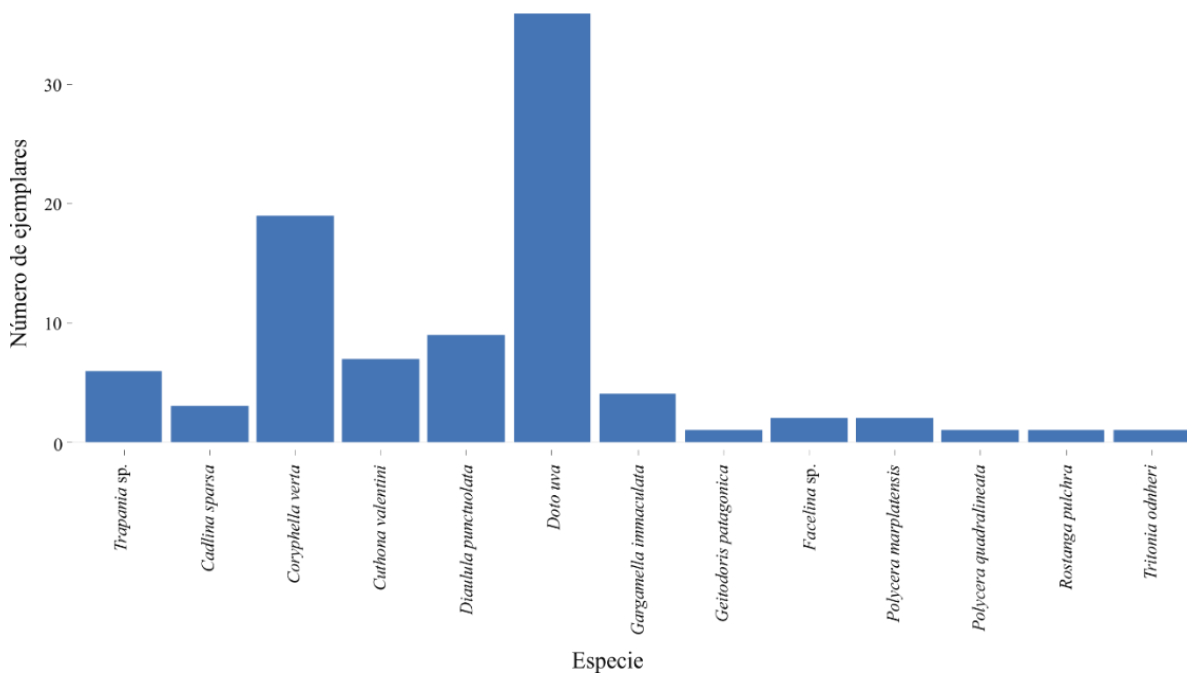
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------|---------------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 138.00 | 7 | 19.71 | 0.87 | 0.5656 |
| Año | 0.86 | 1 | 0.86 | 0.04 | 0.8505 |
| Est | 49.42 | 3 | 16.47 | 0.73 | 0.5634 |
| Año*Est | 87.01 | 3 | 29.00 | 1.28 | 0.3448 |
| Error | 181.00 | 8 | 22.63 | | |
| Total | <u>319.00</u> | <u>15</u> | | | |

Debido a que a que no hubo diferencias significativas entre los años de estudio, lo que indica que no hay interacción del factor año sobre el número de ejemplares encontrados, para el resto de los análisis que se detallan a continuación, los datos estacionales de ambos años (2017 y 2018), fueron tomados en cuenta como uno solo.

Del total de 92 individuos registrados durante este estudio, las especies con mayor abundancia total fueron *Doto uva* con 36 individuos y *Coryphella verta* con 19 individuos. Por otro lado, el resto de las especies presentaron bajas abundancias con un individuo por especie en algunas ocasiones, como en el caso de *Geitodoris patagonica*, *Polycera quadrilineata*, *Rostanga pulchra* y *Tritonia odhneri*, e incrementando de dos a cuatro individuos por especie en *Cadlina sparsa*, *Gargamella immaculata*, *Facelina* sp. y *Polycera marplatensis* y de cinco a 10 individuos en *Trapania* sp., *Cuthona valentini* y *Diaulula punctuolata* (**Tabla 2; Figura 35**).

Tabla 2. Abundancias totales (Nt) de las especies de nudibranchios por mes.

| Especies | Abundancia por mes | | | | | | | | | | | | Nt |
|-------------------------------|--------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | E | F | Mz | Ab | My | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D | |
| <i>Trapania</i> sp. | | 2 | 2 | | 1 | | 1 | | | | | | 6 |
| <i>Cadlina sparsa</i> | | | | 1 | | | | | | 2 | | | 3 |
| <i>Coryphella verta</i> | 5 | 7 | 5 | | | | | | | 2 | | | 19 |
| <i>Cuthona valentini</i> | | | | | | | | 2 | 3 | 2 | | | 7 |
| <i>Diaulula punctuolata</i> | | | | | | | | | 1 | 5 | 3 | | 9 |
| <i>Doto uva</i> | 3 | 3 | 2 | 1 | | | | 16 | 8 | 3 | | | 36 |
| <i>Gargamella immaculata</i> | 3 | | | | | | | | | 1 | | | 4 |
| <i>Geitodoris patagonica</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Facelina</i> sp. | | | 2 | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Polycera marplatensis</i> | 1 | | | | | | | 1 | | | | | 2 |
| <i>Polycera quadrilineata</i> | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Rostanga pulchra</i> | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>Tritonia odhneri</i> | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| Total | 12 | 13 | 11 | 2 | 1 | 0 | 1 | 19 | 12 | 16 | 5 | 0 | 92 |

**Figura 35.** Abundancia total por especie

La distribución de las especies a lo largo del estudio (**Figura 36**), se comportó de una manera poco homogénea. El mayor número de ejemplares se obtuvo durante el mes de agosto (19), mientras que el mayor número de especies se encontró en el mes de octubre (7). Las menores abundancias tanto en número de ejemplares como de especies se obtuvieron durante los meses de abril, mayo y julio.

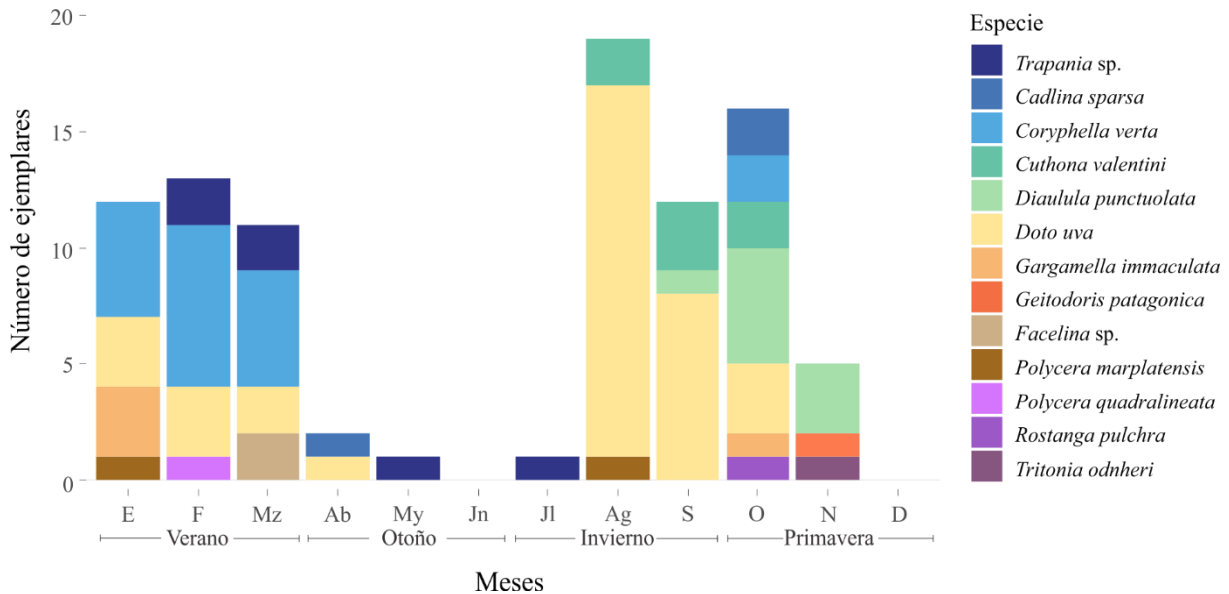


Figura 36. Número de ejemplares por especie.

Del total de organismos analizados a lo largo del estudio, sólo cinco especies acumularon el 83.70% de los registros (**Figura 37**), de las cuales la especie más abundante fue *Doto uva* (39.13%), seguida por *Coryphella verta* (20.65%), *Diaulula punctuolata* (9.78%), *Cuthona valentini* (7.61%), *Trapania sp.* (6.52%); el resto de las ocho especies (16.30%) completan la abundancia total.

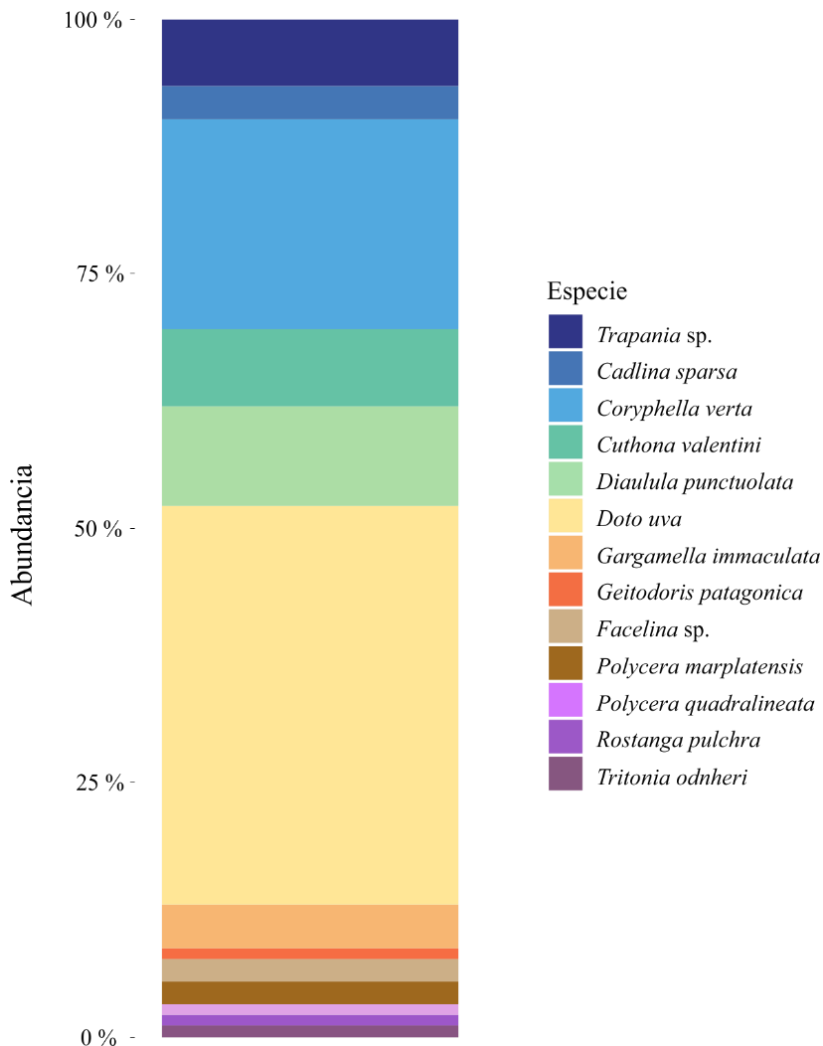


Figura 37. Abundancia relativa de las especies de nudibranchios presentes en este estudio.

5.2.4. Diversidad

Los valores de diversidad para las cuatro estaciones del año se obtuvieron utilizando el índice de Shannon-Wiener. Los valores de índice variaron entre 0.40 y 1.34, siendo el verano y la primavera las estaciones con maor diversidad.

A partir del análisis de similaridad ANOSIM se comprobó que no hay diferencias significativas entre las estaciones del año, R global de 0.36, lo que indica una clara semejanza entre las estaciones. El ordenamiento MDS (**Figura 38**), presentó un coeficiente de Stress de 0.04, indicando que la gráfica resultante es adecuada para representar las relaciones entre las

estaciones del año. En coincidencia con el resultado del ANOSIM se observa una baja diferenciación entre estaciones.

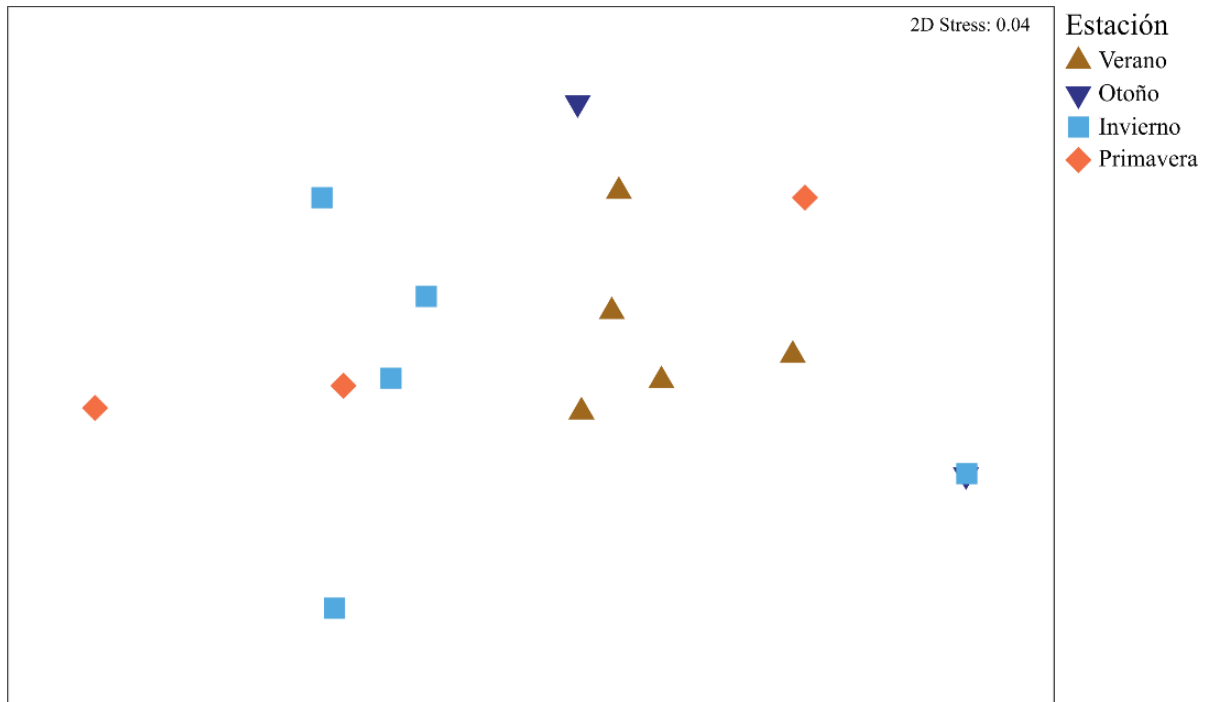


Figura 38. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) entre estaciones anuales en base a la matriz de similitud de Bray-Curtis.

En concordancia con los resultados obtenidos con la rutina SIMPER, las abundancias por estación (**Figura 39**) mostraron que, en verano, la especie más abundante fue *Coryphella verta*; en otoño *Trapania* sp., *Cadlina sparsa* y *Doto uva* presentaron la misma abundancia; en invierno la especie más abundante fue *Doto uva*, mientras que durante la primavera fue *Diaulula punctuolata*.

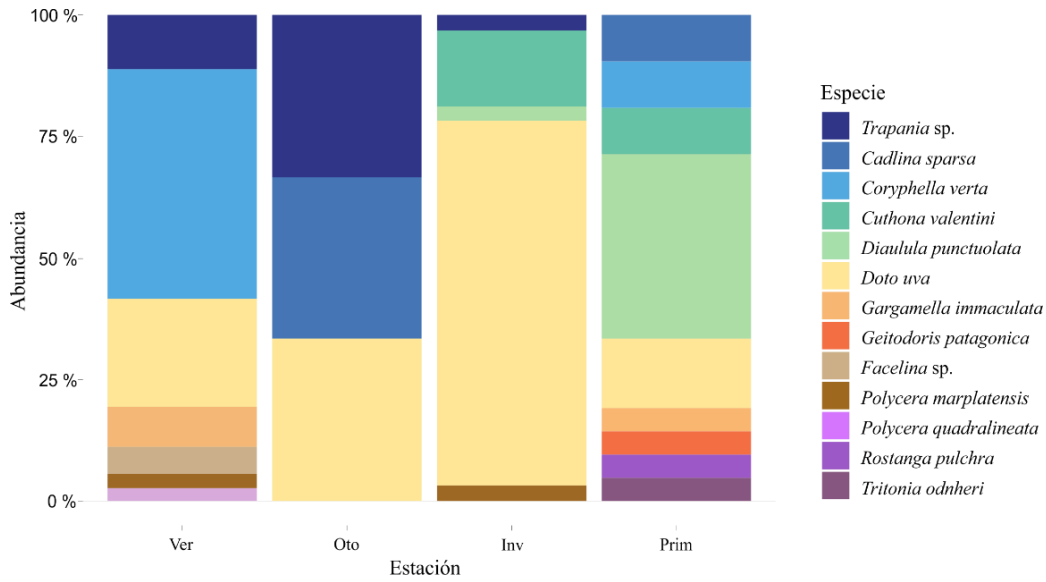


Figura 39. Abundancia relativa de las especies por estación.

5.2.5. Registro de la temperatura

Los valores medios de la temperatura del agua registrados durante los muestreos se presentan en la **Figura 40**. La temperatura disminuye por debajo de los 10 °C en los meses de invierno, registrándose la temperatura más baja en el mes de julio (9 °C), y se observó un claro ascenso en primavera, alcanzando valores superiores a los 20 °C durante el verano, con la temperatura más alta en el mes de febrero (21 °C).

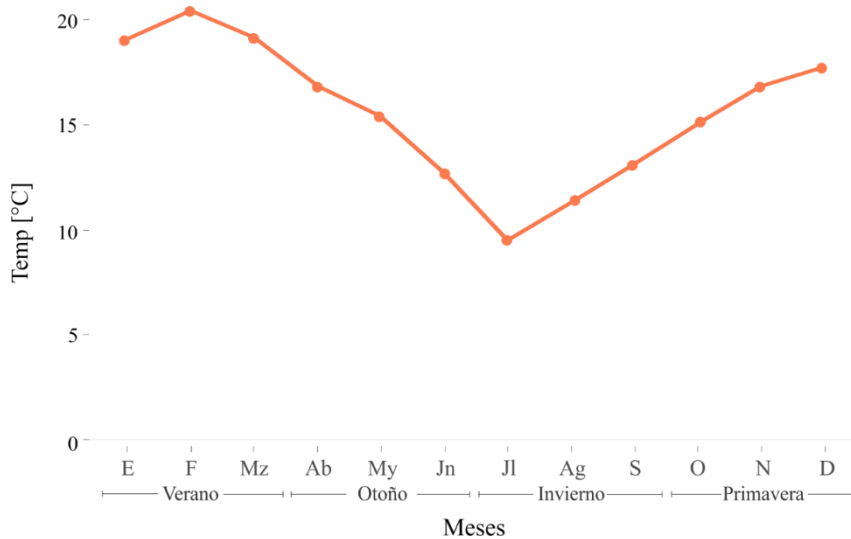


Figura 40. Registros de la temperatura media durante los muestreos.



Para explicar la variación en los registros de las especies, se compararon gráficamente sus abundancias con la temperatura del agua. Se observa un patrón en la variación de las abundancias que coincide con el ciclo de la temperatura (**Figura 41**). Dicha variación se expresa durante los meses cálidos, en los que la mayor abundancia de organismos coincide con las temperaturas más cálidas del agua, luego esta disminuye bruscamente con el descenso de la temperatura a partir del mes de marzo, llegando a los meses fríos (mayo - julio) con abundancias mínimas y en agosto se incrementa nuevamente, aumentando considerablemente el número de individuos y especies presentes.

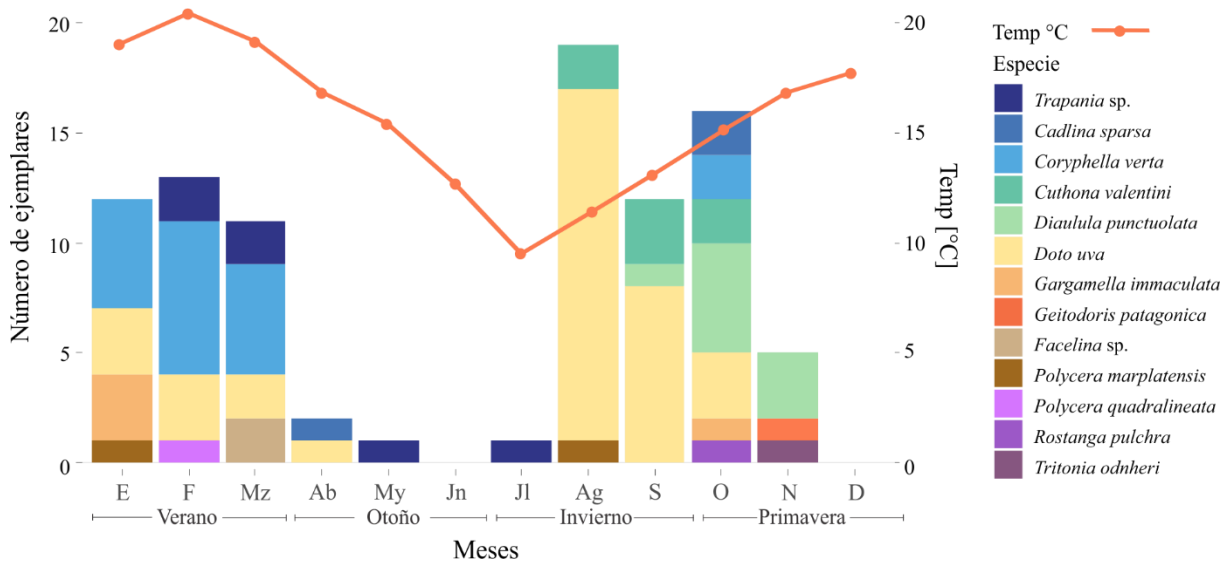


Figura 41. Variación de la abundancia mensual de las especies de nudibranquios con respecto a la temperatura del agua.

Durante el año, se observan dos picos de abundancia, los cuales se dan durante la temporada de verano, donde las temperaturas son cálidas, y sobre el final del invierno, donde la temperatura del agua comienza a aumentar. En cuanto a la presencia de las especies, *D. uva* está presente durante casi todo el año, presentando densidades bajas durante los meses cálidos,

alcanzando su máxima abundancia en agosto, cuando la temperatura empieza a subir, y luego desciende en los próximos meses hasta desaparecer en noviembre. En cuanto a las demás especies, estas se encuentran presentes solo en determinadas épocas del año, algunas como es el caso de *C. verta* tienen su máxima abundancia durante los meses cálidos (enero – marzo) y luego desciende, conforme desciende la temperatura, no volviendo a aparecer el resto del año, o como es el caso de la mayoría de las especies lo hace ocasionalmente. Otras como es el caso de *C. valentini* y *D. punctuolata*, están presentes desde agosto a noviembre, época en la que comienza a aumentar la temperatura del agua.

5.3. EVENTOS DE REPRODUCCIÓN

Durante los muestreos, se registraron todos los eventos reproductivos (puestas) (**Tabla 3**). De las 13 especies encontradas, se registró eventos reproductivos de ocho, (*Cuthona valentini*, *Diaulula punctuolata*, *Doto uva*, *Geitodoris patagonica* y *Polycera marplatensis*), siendo *D. uva*, la única especie en la que se pudo identificar un período de reproducción en el año.

Tabla 3. Registro de puestas de cada especie.

| Especies | Verano | | | Otoño | | | Invierno | | | Primavera | | |
|-------------------------------|--------|---|---|-------|---|----|----------|----|---|-----------|---|---|
| | E | F | M | A | M | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D |
| <i>Cuthona valentini</i> | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| <i>Diaulula punctuolata</i> | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| <i>Doto uva</i> | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| <i>Gargamella immaculata</i> | ■ | | | | | | | | | ■ | | |
| <i>Geitodoris patagonica</i> | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| <i>Polycera marplatensis</i> | | | | | | | | ■ | | | | |
| <i>Polycera quadrilineata</i> | | ■ | | | | | | | ■ | | | |
| <i>Rostanga pulchra</i> | | | | | | | | | | ■ | | |

5.4. PATRONES DE SELECCIÓN DE SUSTRATO

De los siete sustratos en los que se encontraron los organismos (**Figura 42**), las algas rojas y los hidrozooos, resultaron ser los sustratos más seleccionados, sumando cuatro especies de nudibranquios vistas sobre estos sustratos, seguido por briozoos que fueron seleccionados por tres especies, esponjas y arena, por dos especies y, por último, están el alga parda y la roca, con tan sólo una especie seleccionando cada hábitat respectivamente.

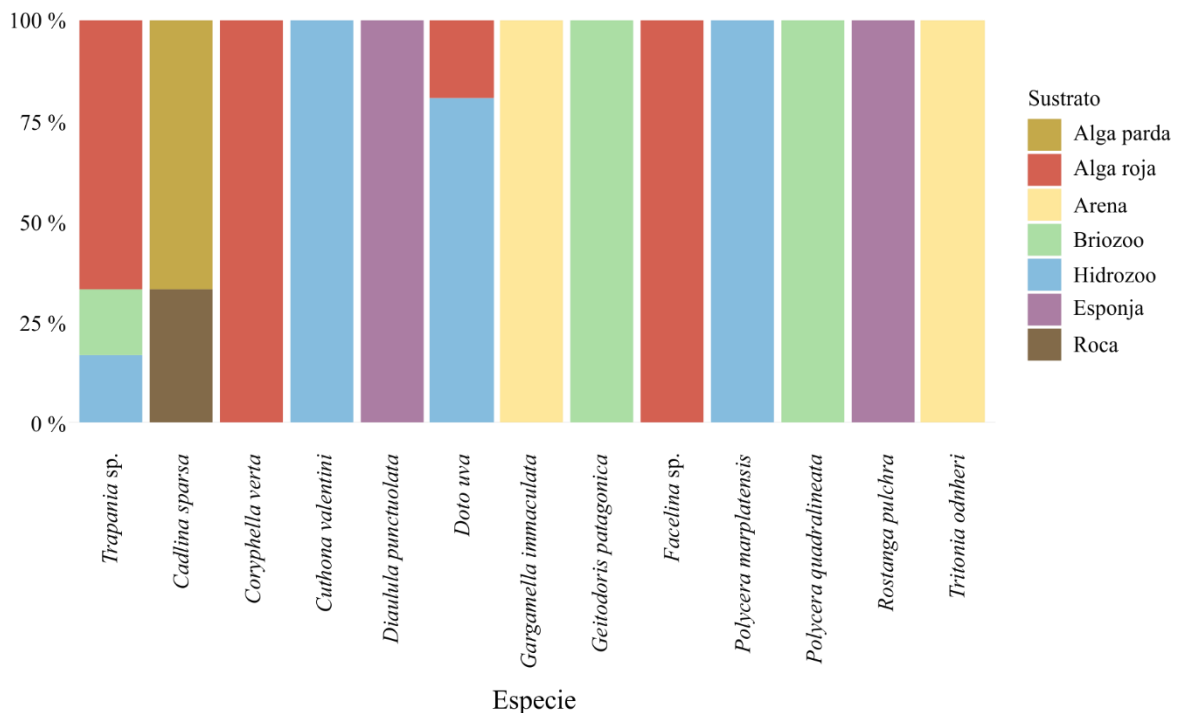


Figura 42. Diferentes sustratos en los que se observaron las especies de nudibranquios.

Trapania sp., *D. uva* y *P. quadrilineata*, fueron las especies que se observaron con preferencias por más de un sustrato, y entre estas *Trapania sp.* se encontró en un mayor número de sustratos, tres específicamente: alga roja, briozoo e hidrozoo, mientras que las dos especies restantes se encontraron sobre dos sustratos, *D. uva* sobre hidrozooos y algas rojas, mientras que *C. sparsa*, se la encontró sobre roca y algas pardas. Por otro lado, el resto de las especies fueron más específicas, observándose solo sobre un único sustrato.

5.5. CLASIFICACIÓN DE LOS NUDIBRANQUIOS DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE APARICIÓN

Se calculó la frecuencia de aparición de las especies en el PSLG, y se las clasificó como especies visitantes u ocasionales, temporales o estacionales y residentes o permanentes (Tabla 4). De las 13 especies encontradas en este estudio *Coryphella verta* y *Doto uva* se las encontró en ocho y 11 ocasiones respectivamente ($FA > 25\%$) y se las clasificó como temporales o estacionales. Las 11 especies restantes son clasificadas como visitantes u ocasionales ($FA \leq 25\%$) debido a que se registraron en cinco o menos ocasiones.

Tabla 4. Frecuencia de aparición de las especies de nudibranquios.

| Especies | % Frecuencia de aparición |
|----------------------------------|---------------------------|
| Temporales o estacionales | |
| <i>Coryphella verta</i> | 34.8% |
| <i>Doto uva</i> | 47.8% |
| Visitantes u ocasionales | |
| <i>Trapania</i> sp. | 21.7% |
| <i>Cadlina sparsa</i> | 8.7% |
| <i>Cuthona valentini</i> | 17.4% |
| <i>Diaulula punctuolata</i> | 13.0% |
| <i>Gargamella immaculata</i> | 13.0% |
| <i>Geitodoris patagonica</i> | 4.3% |
| <i>Facelina</i> sp. | 4.3% |
| <i>Polycera marplatensis</i> | 8.7% |
| <i>Polycera quadralineata</i> | 8.7% |
| <i>Rostanga pulchra</i> | 4.3% |
| <i>Tritonia odnheri</i> | 4.3% |

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El trabajo aquí presentado es el primero enfocado netamente al estudio de nudibranquios en el Golfo San Matías. Es por ello que a partir de los muestreos realizados en este estudio para conocer el ensamble de nudibranquios en el Parque Submarino Las Grutas, se ha dado un gran paso en el conocimiento de este grupo, obteniendo 12 nuevos registros de especies de nudibranquios y constatando la presencia de *G. patagonica*, especie que había sido citada anteriormente en el golfo. Las nuevas especies registradas en el área a partir de este estudio (*Cadlina sparsa*, *Coryphella verta*, *Cuthona valentini*, *Diaulula punctuolata*, *Gargamella immaculata*, *Rostanga pulchra*, *Doto uva*, *Facelina* sp., *Trapania* sp., *Polycera marplatensis*, *Polycera quadrilineata* y *Tritonia odhneri*), amplían el número total de especies presentes en el golfo a 17. Revisiones bibliográficas de la fauna de moluscos presentes en el golfo muestran la ausencia de estudios enfocados en los nudibranquios, posiblemente esto se relacione con la particularidad del grupo ya que son raros en el espacio y el tiempo (Marshall y Willan 1999) y tienen patrones de abundancia repentinos (Rudman y Willan 1998). Scarabino (1977) en su estudio de moluscos del Golfo San Matías, registra cuatro especies de nudibranquios (*Aeolida papillosa*, *Geitodoris patagonica*, *Anisodoris fontainei* y *Marionia cucullata*), posteriormente, 40 años después, en Güller y Zelaya (2017) en su estudio integral de moluscos del golfo, incorporan una especie más a las cuatro mencionadas anteriormente (*Spurilla braziliana*). La ausencia de estudios enfocados específicamente en nudibranquios, puede explicar la diferencia en el número de especies citadas previamente para el golfo (5) y las encontradas en este trabajo (13).

Con la focalización del estudio sólo en nudibranquios y con un extenso trabajo de muestreo, realizando muestreos quincenales, se logró tener una mejor representatividad de las especies a lo largo de estudio, a pesar de la dificultad para hallar los ejemplares, debido a que

se trata de especies de pequeño tamaño, muchas de ellas poseen la capacidad de mimetizarse con el ambiente, o se trata de especies ocasionales que aparecen en determinados momentos del año. A pesar de este esfuerzo de muestreo, cuatro de las especies previamente registradas para el GSM no fueron halladas en este estudio. Tres de ellas (*Anisodoris fontainei*, *Aeolida papillosa* y *Marionia cucullata*) poseen sus últimos registros en 1977, mientras que la restante (*Spurilla braziliana*) fue citada en el trabajo de Güller & Zelaya (2017). Esto puede deberse a que el presente estudio ha sido focalizado sólo a un área del GSM, sitio en el que tal vez esas especies no se hallaban presentes. No obstante, en el marco de un proyecto más amplio sobre nudibranquios del golfo, se ha observado la presencia de *Anisodoris fontainei*, *Aeolida papillosa* y *Spurilla braziliana* (N. Cetra y A. Roche, observaciones personales) en distintos sitios del golfo. El aumento en el número de especies registradas para el golfo, demuestra que el trabajo para estos organismos requiere muestreos más especializados que para otros moluscos.

Las descripciones morfológicas de los ejemplares vivos, las observaciones realizadas bajo lupa y las imágenes de microscopía electrónica de las estructuras masticatorias, contrastadas con la bibliografía existente de las especies, permitió identificar a la mayoría de los ejemplares a nivel de especie. En un solo caso, en *Gargamella immaculata*, no se logró extraer exitosamente la rádula, por lo que la determinación se basó sólo en los caracteres morfológicos externos. En cuanto a *Trapania* sp. y *Facelina* sp., no se logró llegar a determinar la especie. El análisis de los caracteres diagnósticos observados, como así también las imágenes de la rádula y mandíbulas de ambas especies, describen correctamente a los ejemplares encontrados, pero no se logró encontrar en la bibliografía descripciones que concuerden a nivel de especie, se decidió llegar con la identificación a nivel de género.

Los ejemplares de *Trapania* sp., son similares morfológicamente a la especie *Ancula fuegiensis*, ambos géneros pertenecen a la familia Goniodoridae. Si bien los caracteres

morfológicos externos de los ejemplares de *Trapania* sp. en este estudio se asemejan con las descripciones de Odhner (1926), Fischer y Ortea (1996) y Schördl (2003) para *A. fuegiensis*, internamente difiere en la fórmula radular, presentando *A. fuegiensis* un diente lateral y un central, mientras que *Trapania* sp. sólo posee un diente central. Por otro lado, el género *Trapania* carece de registros en la costa argentina, siendo los más cercanos para este género en la costa de Brasil, área donde se registran 8 especies de *Trapania* (García 2009), pero ninguna de ellas concuerda con el patrón de coloración de los ejemplares encontrados en este estudio, podría entonces tratarse de una especie críptica o una nueva especie.

Facelina sp., es morfológicamente similar a la especie *Itaxia falklandica* (Eliot, 1907), dado que ambas concuerdan en el patrón de coloración y número de ceratas, pero difieren en el tipo de rinóforos, siendo lisos en *I. falklandica* mientras que los de los ejemplares encontrados en este estudio son foliados. Por otro lado, la rádula difiere, presentando en *I. falklandica* un diente lateral y un central y en *Facelina* sp. sólo está presente el diente central. Como en el caso de *Trapania* sp., el género *Facelina* no posee registros en la costa argentina, siendo los más cercanos en la costa de Brasil, donde hay citadas 10 especies del género (García y Bertsch 2009), pero ninguna de ellas concuerda con los caracteres observados en los ejemplares registrados en este estudio. Por esta razón podría tratarse de una especie no descrita. En ambos casos se debería proceder analizando la morfología interna, estudiando en detalle los sistemas reproductor y nervioso, y en lo posible, realizar análisis moleculares para poder determinar de qué especies se trata o si representan especies no descritas.

Rostanga pulchra, *Cadlina sparsa*, *Diaulula punctuolata*, *Polycera quadrilineata* y *Cuthona valentini* extienden su distribución hacia el norte de la Patagonia Argentina. Por otro lado, los taxones *Doto uva*, *Trapania* sp y *Facelina* sp. no habían sido registradas con anterioridad en aguas argentinas. *Doto uva* y *Coryphella verta*, son especies de aguas tropicales

que expanden su distribución geográfica conocida más de 900 km al sur hacia la Patagonia Argentina. La presencia de algunas especies de nudibranquios de aguas tropicales y templadas frías en el GSM sugiere que toleran diferentes condiciones ambientales y de temperatura del agua, como se ha reportado para otros nudibranquios que se encuentran ocasionalmente en zonas alejadas de su área de distribución conocida, como en el caso de *Dondice occidentalis* y *Berghia rissodominguezi* encontrados en el sur de Brasil (Padula et al. 2011). Esto también podría estar influenciado por la diferenciación que se produce en las aguas del golfo durante los meses cálidos, en los que la zona norte presenta altas temperaturas que podrían favorecer la presencia de especies de aguas templadas, y la región sur con aguas de menor temperatura podría favorecer el establecimiento de especies de aguas frías. En este caso la predominancia de temperaturas más altas del agua en la zona norte del golfo podría representar el principal factor por el cual el número de especies es alto, como lo sugiere Güller y Zelaya (2017), que encontraron un número de especies de moluscos considerablemente mayor en la zona norte del GSM que en las otras zonas más al sur en las que realizaron su estudio.

A partir de este estudio no es posible afirmar si la abundancia de los organismos registrados fue baja o alta para el GSM, debido a la ausencia de estudios previos en la zona o zonas cercanas. En un estudio similar a este realizado en la provincia de Santa Elena, Ecuador, con una periodicidad de muestreos cada 15 días, durante un año, encontraron 10 especies de heterobranquios, de las cuales cinco especies fueron nudibranquios (*Flabellina* sp., *Phidiana lascrucenci*, *Chromodoris sphoni* y *Taringa* sp.) que sumaron un total de 16 ejemplares (5, 5, 3 y 3 respectivamente) (Reyes Suárez 2014). El número de especies encontrados durante este estudio fue considerablemente mayor. Del mismo modo, las abundancias también fueron mayores, registrando 36 individuos para *Doto uva*, 19 para *Coryphella verta*, siendo estas las especies más abundantes registradas. Por otro lado, el resto de las especies presentaron

abundancias entre 9 y dos individuos y solo en cuatro se registró un único ejemplar. Schrödl et al. (2005) para el complejo de fiordos Comau en Chile, en un solo muestreo realizado en marzo de 2004, analizando 12 sitios, hallaron 104 ejemplares pertenecientes a 12 especies y registrando abundancias bajas entre uno y ocho ejemplares por especie. Esto demuestra que sin bien el número de especies varía, la abundancia de nudibranquios es baja en general (López, 2017).

Doto uva fue la especie más abundante y se registró durante los meses de enero a abril y de agosto a octubre, donde se observó su máxima abundancia. En el caso particular de esta especie, se registró un pico de abundancia en el mes de agosto que podría deberse a que presenta agregaciones muy numerosas en el momento de la reproducción. Hadfield y Switzer-Dunlap (1984) observaron que algunas especies de nudibranquios presentan numerosas agregaciones al momento de la reproducción y puesta, con la posterior muerte de los ejemplares, por lo que su aparición va disminuyendo mes a mes hasta desaparecer. *Doto uva*, es una especie muy pequeña, que se ha registrado para Brasil y Chile (Fischer et al. 2006) sin datos intermedios en su distribución hasta este trabajo. Este registro completa información importante sobre la distribución biogeográfica de la especie.

De acuerdo con la curva de acumulación de especies, el estimador no paramétrico Chao 1 indica que la riqueza máxima de especies que se esperaría encontrar en el PSLG es de 16 y en este estudio se registraron 13, lo cual demuestra que el tipo y tiempo de muestreo realizado fue adecuado para alcanzar un conocimiento satisfactorio de la composición de especies en el sitio de estudio.

En cuanto a la variabilidad temporal estudios similares, como el de Nybakken (1978) quien realizó análisis en base a 40 meses de datos provenientes de las costas de California, y Davis et al. (2017) que analizaron 15 meses de muestreos en el sud-este de Australia, no

encontraron variaciones temporales significativas en la composición y abundancia de especies al igual que lo observado en este estudio. La temperatura del agua podría ser otro de los factores que condicionan las variaciones temporales de las especies, debido a que esta es un factor que impulsa los ciclos de reproducción en los nudibranchios (Davis et al. 2017). En este estudio se observó un efecto similar, la abundancia en el número de ejemplares cambió conforme lo hizo la temperatura. Se registraron dos periodos de mayor número de especies y abundancia, uno durante los meses de verano donde la temperatura promedio fue de 20 °C y otro una vez finalizado el invierno donde la temperatura del agua comienza a subir, resultado que coincide con lo observado por Angulo (2003) en tres localidades de Baja California del Sur, México y con Hermosillo (2006) que describe el mismo comportamiento en siete de las especies observadas en su estudio en Bahía Banderas, México. Por otro lado, las variaciones temporales también suelen estar relacionadas con las variaciones en la disponibilidad de alimentos, por lo que las especies cambian en sincronía con la disponibilidad de especies presa (Williams, 1993). De este modo la variación de la temperatura, la disponibilidad de alimentos, el corto ciclo de vida de la mayoría de los taxones (<1 año) (Marshall y Willan 1999) y cualquiera de los factores que influyen en el reclutamiento de las especies, pueden tener un efecto sustancial en la composición de los ensambles en diferentes sitios y diferentes tiempos (Ros 1978). Por estas razones, no es sorprendente que los estudios de variabilidad espacial y temporal a menudo no puedan detectar patrones consistentes. Smith y Nimbs (2017) indican que los patrones también están influenciados por los límites espaciales, por lo que los patrones de cambio a lo largo del tiempo también dependen del sitio. En estos casos comprobaron que, utilizando pruebas específicas de modelos de tipo discreto de variación, proporcionan una forma mucho más efectiva para evaluar el cambio temporal y ayudan a identificar patrones en datos aparentemente ruidosos.

Durante el desarrollo de este trabajo se pudo observar puestas de ocho de las 13 especies encontradas en el área de estudio. La forma, tamaño, color y número de huevos de las puestas representa información valiosa de la biología de estos nudibranchios y representan la base para la realización de estudios de reproducción. Por otro lado, se observó una clara correspondencia entre los eventos reproductivos y los momentos del año en los que la temperatura agua comienza a elevarse o es alta, lo que podría sugerir que los ciclos reproductivos y el desarrollo embrionario están influenciados por la temperatura del agua, como lo indican Perez y Contreras (2016) en la especie *Diaulula punctuolata*, Schlesinger et al. (2009) en *Spurilla neaolitana* y Watt y Aiken (2003) en *Dendronotus frondosus*. El conocimiento de las estrategias reproductivas es vital ya que es parte esencial del ciclo de vida del organismo (Matthews-Cascon et al. 2011). Una correcta descripción de las puestas de cada especie, puede permitir obtener registros indirectos de las mismas, por lo que también representa una herramienta útil al momento de registrar la presencia de las especies.

La selección de sustratos por parte de cada especie fue diferente, lo que permitió llegar a conocer que los hábitats más seleccionados por las especies observadas en este estudio, son hidrozoos y algas rojas. Tres de las 13 especies (*Trapania* sp., *Doto uva* y *Cadlina sparsa*) fueron registradas sobre más de un sustrato, sugiriendo que pueden preñar sobre diferentes presas. Las 10 especies restantes fueron encontradas sobre un único sustrato a lo largo del estudio. Estos resultados demuestran que los nudibranchios son altamente selectivos, lo que concuerda con los resultados de McDonal y Nybakken (1997).

El pequeño tamaño, la crípsis y la efemeralidad de las especies encontradas, sugieren que se requieren esfuerzos de búsqueda constantes y minuciosos a largo plazo por parte de un observador entrenado y con buen conocimiento taxonómico para detectar las especies y no subestimar la riqueza del lugar muestreado. Este trabajo pretendió realizar un aporte al

conocimiento de la biología y ecología de nudibranquios presentes en aguas del Golfo San Matías al evaluar la presencia de las especies, eventos reproductivos, selección de sustrato, relación con variables ambientales, abundancia y la variabilidad temporal de las especies presentes en el PSLG. Dicho esfuerzo ha generado información valiosa como línea de base en este grupo de moluscos que no habían sido estudiados hasta el momento y que puede ser utilizada en trabajos de distribución geográfica, biogeografía, conservación y turismo en el mismo golfo y en el resto de la Argentina.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Campillo OJ (2003)** Variación espacio-temporal de las poblaciones de opistobranquios (Mollusca Opisthobranchia) en tres localidades de BCS, México. Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas Mexico
- Ardila NE, Báez DP y Valdés Á (2007)** Babosas y liebres de mar (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 8(2)
- Balech E y Ehrlich MD (2008)** Esquema biogeográfico del Mar Argentino. *Revista Investigación en Desarrollo Pesquero*, 19: 45-75
- Behrens DW (1991)** Pacific coast nudibranchs: a guide to the opisthobranchs, Alaska to Baja California, No. 594.36 B44, 107 pp
- Bertsch H, Campillo OA y Arreola JL (2000)** New distributional records of opisthobranchs from the Punta Eugenia region of the Baja California Peninsula: a report based on 1997-1998 CONABIO-sponsored expeditions. *Festivus*, 32(7): 99-104
- Bouchet P, Rocroi JP, Hausdorf B, Kaim A, Kano Y, Nützel A, Parkaey P, Schrödl M y Strong EE (2017)** Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1-2): 1-527
- Brown E (2011)** Nudibranch Predators of Octocorallia. Capstone. Nova Southeastern University (23). Disponible en: https://nsuworks.nova.edu/cnso_stucap/23/
- Camacho-García YE (2009)** Opistobranquios bentónicos. En: Wehrtmann IS, Cortés J. (eds) Biodiversidad marina de Costa Rica, América Central. *Monographiae Biologicae*, vol. 86. Springer, Dordrecht, pp 371-386
- Camacho-García YE Gosliner T y Valdés Á (2005)** Guía de campo de las babosas marinas del Pacífico Este Tropical. California Academy of Sciences, 129 pp

- Carcelles AR (1950).** Catálogo de los moluscos marinos de la Patagonia. Anales Museo de Nahuel Huapi, 2: 41-99
- Carcelles AR y Williamson SJ (1951)** Catálogo de los moluscos marinos de la Provincia Magallánica. Revista del Instituto Nacional de Investigación de Ciencias Naturales, 2: 225-383
- Carmona L, Lei BR, Pola M, Gosliner TM, Valdés Á y Cervera JL (2014)** Untangling the *Spurilla neapolitana* (Delle Chiaje, 1841) species complex: a review of the genus *Spurilla* Bergh, 1864 (Mollusca: Nudibranchia: Aeolidiidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 170(1): 132-154
- Chacón MM 2018** Nudibranquios de la Isla de Tarifa, Pequeñas joyas del Estrecho de Gibraltar. 1ra ed, ImagenTa, 216 pp
- Chavanich S, Viyakarn V, Sanpanich K y Harris LG (2013)** Diversity and occurrence of nudibranchs in Thailand. Marine Biodiversity, 43(1): 31-36
- Clark KB (1975)** Nudibranch life cycles in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 27(1): 28-69
- Confort A (1957)** The duration of the life in mollusk. Proceedings of the Malacological Society of London, 32: 219-241
- Davis TR, Harasti D, Kelaher B y Smith SD (2017)** Spatial and temporal variation in subtidal molluscan diversity amongst temperate estuarine habitats. Marine Ecology, 38(3): e12428
- Fischer MA y Ortea J (1996)** New records of the genus *Ancula* Lovén, 1846 (Nudibranchia: Goniodorididae) on the American Pacific Coast. Veliger, 39(1): 90-92
- Fischer MA, Van der Velde G y Roubos EW (2006)** Morphology, anatomy and histology of *Doto uva* Marcus, 1955 (Opisthobranchia: Nudibranchia) from the Chilean coast. Contributions to Zoology, 75(03-04): 145-159

- Franceschi GJ (1928a)** Una nueva forma de nudibranquio de la Argentina (*Polycera quadrilineata* var. *marplatensis*, n. var.). Anales Museo Nacional de Historia Natatural, Buenos Aires, 34: 577-586
- Gagliardini DA y Rivas AL (2004)** Environmental characteristics of San Matias Gulf obtained from LANDSAT-TM and ETM+ data. Gayana, 68(2): 186-193
- García FJ y Bertsch H (2009)** Diversity and distribution of the Gastropoda Opisthobranchia from the Atlantic Ocean: a global biogeographic approach. Scientia Marina, 73(1): 153-160
- García FJ y Gomez JCG (1990)** The functional anatomy of the feeding apparatus of the nudibranch gastropod *Armina maculata* Rafinesque, 1814, with a comparison with some other opistobranchs. Journal of Molluscan Studies, 56(1): 83-95
- García Méndez KD (2015)** Asociaciones entre moluscos Heterobranquios (Mollusca: Gastropoda) y macroalgas en el Pacífico de Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica.
- García-Matucheski S y Muniain C (2011)** Predation by the nudibranch *Tritonia odhneri* (Opisthobranchia: Tritoniidae) on octocorals from the South Atlantic Ocean. Marine Biodiversity, 41(2): 287-297
- GBIF.org (2019)** GBIF nudibranch occurrence. En: <https://doi.org/10.15468/dl.aycmhz>
- Goddard JH (2005)** Ametamorphic direct development in *Dendrodoris behrensi* (Nudibranchia: Dendrodorididae), with a review of developmental mode in the family. Proceedings of the California Academy of Sciences, 56(19): 201-211
- Gofas S (2016)** Heterobranchia. In: MolluscaBase (2016). Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=14712>
- Gosliner TM (1987)** Biogeography of the opisthobranch gastropod fauna of southern-africa. American Malacological Bulletin, 5(2): 243-258

- Gosliner TM (1994)** Gastropoda: opisthobranchia. En: F. Harrison y A. Khon (Eds.), *Microscopic anatomy of invertebrates*, 5: 253-355
- Gosliner TM y Behrens DW (1990)** Special resemblance, aposematic coloration and mimicry in opisthobranch gastropods. *Adaptive coloration in invertebrates*. Texas A&M University Sea Grant College Program, College Station, 127-138
- Grune Loffler S, Crescini R, Sisto M, Velasquez M y Villalba W (2014)** Opistobranquios del Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Sociedad Malacológica de Chile; Amici Molluscarum*, 22 (2): 25-35
- Güller M y Zelaya DG (2017)** A hot-spot of biodiversity in Northern Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation*, 26(14): 3329-3342
- Gutiérrez MC, Jordana, JCC y RATO JO (2008)** Babosas marinas (Sacoglossos y Opistobranquios) de la bahía de Santander. *Locustella: Anuario de la Naturaleza de Cantabria*, 5: 44-57
- Hadfield M y Switzer-Dunlap M (1984)** Opistobranchs. En: Wilbur, K.M (ed.) *The mollusca Vol 7. Reproduction*. Academic Press: London, pp 209-350
- Hermosillo A (2006)** Ecología de los opistobranquios (Mollusca) de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis doctoral, Universidad de Guadalajara.
- Holznagel WE (1998)** Research note: A nondestructive method for cleaning gastropod radulae from frozen, alcohol-fixed, or dried material. *American Malacological Bulletin*, 14(2): 181-183
- Jaekle WB (1984)** The opisthobranch mollusks of Humboldt county, California. *The Veliger*, 26(3): 207-213
- Korshunova T, Martynov A, Bakken T, Evertsen J, Fletcher K, Mudianta IW y Picton B (2017)** Polyphyly of the traditional family Flabellinidae affects a major group of Nudibranchia:

aeolidacean taxonomic reassessment with descriptions of several new families, genera, and species (Mollusca, Gastropoda). *ZooKeys*, (717): 1

López Flores GL (2017) Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador. Tesis de grado, Universidad de El Salvador, El Salvador.

Lucas AJ, Guerrero RA, Mianzan HW, Acha EM y Lasta CA (2005) Coastal oceanographic regimes of the northern Argentine continental shelf (34–43 S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(3): 405-420

Magurran AE (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm, London, 178 pp

Marcus E (1957) On opisthobranchia from Brazil (2). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 43(292): 390-486

Marcus Ev y Marcus Er (1969) Opisthobranchian and lamellarian gastropods collected by the "Vema". *American Museum novitates*, 2368: 1-31

Marshall JG.y Willan RC (1999) Nudibranchs of Heron Island, great barrier reef: a survey of the Opisthobranchia (sea slugs) of heron and Wistari reefs. *Backhuys*, 268 pp.

Martínez-Pita I, Sánchez-España AI y García FJ (2006) Some aspects of the reproductive biology of two Atlantic species of *Polycera* (Mollusca: Opisthobranchia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(2): 391-399

Matthews-Cascon H, Barreira C, y de Meirelles, CAO (2011) Egg masses of some Brazilian mollusks. Fortaleza, Ceará, Brazil: Expressão Gráfica, 119 pp

McDonal GR y Nybakken JW (1997) A list of the worldwide food habits of nudibranchs. *Veliger*, 40(2): 426 pp

- Millen S y Hamann JC (2006)** A new nudibranch species, genus *Flabellina* (Opisthobranchia: Aeolidacea) from the Caribbean with redescrptions of *F. verta* (Marcus 1970), and *F. dushia* (Marcus and Marcus, 1963). Proceedings of the California Academy of Sciences, 57 (30), 925–936
- Miller MC (1962)** Annual cycles of some Manx nudibranchs, with a discussion of the problem of migration. The Journal of Animal Ecology, 31(3): 545-569
- Muniain C (2001)** Taxonomical and ecological aspects of the nudibranch *Geitodoris patagonica* Odhner, 1926 (Opisthobranchia, Doridina) from Argentina. Bollettino Malacologico, 37: 171-176
- Muniain C (2011)** Predation by the nudibranch *Tritonia odhneri* (Opisthobranchia: Tritoniidae) on octocorals from the South Atlantic Ocean. Marine Biodiversity, 41(2): 287-297
- Muniain C y Ortea J (1998)** The taxonomic status and redescription of *Polycera marplatensis* Franceschi, 1928 (Nudibranchia: Polyceratidae) from Argentina. The Veliger, 41(2), 142-147.
- Muniain C y Ortea J (1999)** First records of the genus *Berghia* Trinchese, 1877 (Opisthobranchia: Aeolidiidae) from Argentina, with description of a new species. Avicennia, 10/11: 143-150
- Muniain C y Valdés A (2000)** *Rostanga byga* Marcus, 1958 from Argentina, redescription and comparison to *Rostanga pulchra* MacFarland, 1905 (mollusca, nudibranchia, doridina). Proceedings of the California Academy of Sciences, 52: 1-10
- Muniain C, Ortea J, y Rodríguez G (1991)** Redescrpción de *Neodoris carvi* Marcus, 1955 de las costas de Patagonia, con notas sobre las relaciones entre los géneros *Archidoris* y *Neodoris*. Revista de la Sociedad Española de Malacología, 10(1): 105-111

- Muníaín C, Valdés A y Ortea J (1996)** Redescription of *Tyrinna nobilis* Bergh, 1898 (Opisthobranchia: Chromodorididae) from Patagonia, Argentina. *Journal of Molluscan Studies*, 62(3), 265-273.
- Nybakken J (1974)** A phenology of the smaller dendronotacean, arminacean and aeolidacean nudibranchs at Asilomar State Beach over a twenty-seven month period. *Veliger*, 16(37): 373 pp
- Nybakken J (1978)** Abundance, diversity and temporal variability in a California intertidal nudibranch assemblage. *Marine Biology*, 45(2): 129-146
- Odhner NH (1922)** Mollusca from Juan Fernandez and Easter Island. *Mollusca*, 3: 219
- Odhner NH (1926)** Die Opisthobranchien. Further zoological results of the Swedish Antarctic expedition 1901-1903, 2(1): 1-100
- Padula-Anderson V, Vargas C, Bahia J y Lindner A (2011)** Mollusca, Nudibranchia: new records and southward range extensions in Santa Catarina, southern Brazil. *Check list*, 7, 806
- Palacios Salgado DS (2005)** Asociaciones de peces en los arrecifes rocosos de la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. Tesis doctoral, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Mexico
- Paul VJ y Puglisi MP (2004)** Chemical mediation of interactions among marine organisms. *Natural Product Reports*, 21(1): 189-209
- Pérez-Valdés M. y Contreras-Guzmán R (2016)** Efecto de la temperatura y el fotoperiodo sobre el desarrollo temprano del nudibranchio *Diaulula punctuolata* (d'Orbigny, 1837) en condiciones de laboratorio. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3): 504-512
- Piola AR y Scasso LM (1988)** Circulación en el Golfo San Matías. *Geoacta*, 15(1): 33-51
- Reyes Suárez FJ (2014)** Evaluación de la abundancia y distribución espacio-temporal de opistobranquios con relación al tipo de sustrato en la zona rocosa intermareal de Ayangué y la

entrada provincia de Santa Elena. Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Rios EDC (1975) Brazilian marine mollusks iconography. Fundacao Universidade do Rio Grande, Centro de Ciencias do Mar, Museum Oceanografico. 331 pp

Rivas AL y Beier EJ (1990) Temperature and salinity fields in the north patagonian gulfs. *Oceanologica Acta*, 13(1): 15-20

Rojas B (2015) Diversidad funcional de equinoideos y asteroideos en arrecifes rocosos y coralinos del Pacífico mexicano. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

Ros J (1976) Sistemas de defensa en los Heterobranquios. *Oecologia Aquatica*, 2: 41-77

Ros J (1978) Distribució en l'espai i en el temps dels opistobranquis ibèrics, amb especial referència als del litoral català. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*: 23-32

Rudman WB 1999a Rhinophore in nudibranchs. En: *Sea Slug Forum*. Australian Museum, Sydney. Disponible en: <http://www.seaslugforum.net/factsheet/rhinonud>

Rudman WB 1999b The nudibranch head. En: *Sea Slug Forum*. Australian Museum, Sydney. Disponible en: <http://www.seaslugforum.net/factsheet/headeudo>

Rudman WB y Willan RC (1998) Opisthobranchia. The southern synthesis. *Fauna of Australia*, 5(2): 16

Scarabino V (1977) Moluscos del Golfo San Matías (provincia de Río Negro, República Argentina): Inventario y claves para su identificación. *Sociedad malacológica del Uruguay*, 293 pp

Schlesinger, A., Goldshmid, R., Hadfield, M. G., Kramarsky-Winter, E., & Loya, Y. (2009). Laboratory culture of the aeolid nudibranch *Spurilla neapolitana* (Mollusca, Opisthobranchia): life history aspects. *Marine Biology*, 156(4): 753-761

- Schrödl M (1996)** Nudibranchia y Sacoglossa de Chile: distribución, descripción externa y clave. *Gayana Zoologia*, 60(1): 17-62
- Schrödl M (1997)** Range extensions of Magellanic nudibranchs (Opisthobranchia) into the Peruvian faunal province. *Veliger*, 40: 38-42
- Schrödl M (1999)** Zoogeographic relationships of the Magellan Nudibranchia (Mollusca: Opisthobranchia) with particular reference to species from adjacent regions. *Scientia Marina*, 63(1): 409–416
- Schrödl M (2003)** Sea slugs of southern South America. ConchBooks, Hackenheim, 165 pp
- Schrödl M y Millen SV (2001)** Revision of the nudibranch gastropod genus *Tyrinna* Bergh, 1898 (Doridoidea: Chromodorididae). *Journal of Natural History*, 35(8): 1143-1171
- Schrödl M, Alarcón MA, Bedriñana LR, Bravo FJ, Bustamante CM, Carvalho R, Försterra G, et al. (2005)** Nudipleura (Gastropoda: Opisthobranchia) from the southern Chilean Comau Fjord, with redescription of *Polycera priva* Marcus, 1959. *Vita Malacologica*, 3: 23-33
- Schrödl M, Jörger KM, Klussmann-Kolb A y Wilson NG (2011)** Bye bye “Opisthobranchia”! A review on the contribution of mesopsammic sea slugs to euthyneuran systematics. *Thalassas*, 27(2): 101-112
- Smith SD y Nimbs MJ (2017)** Quantifying temporal variation in heterobranch (Mollusca: Gastropoda) sea slug assemblages: tests of alternate models. *Molluscan Research*, 37(2): 140-147
- Thompson TE (1964)** Grazing and the life cycles of British nudibranchs. In *Grazing in terrestrial and marine environments*. British Ecological Society, 4: 275-297
- Thompson TE y Brown GH (1984)** Biology of opisthobranch molluscs. Vol 2. Ray Society London, 156: 229 pp

Todd CD (1981) The ecology of nudibranch molluscs. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 19: 141-234

Valdés Á y Muniain C (2002) Revision and taxonomic reassessment of Magellanic species assigned to *Anisodoris* Bergh, 1898 (Nudibranchia: Doridoidea). *Journal of Molluscan Studies*, 68(4): 345-351

Watt JL y Aiken RB (2003) Effect of temperature on development time in egg masses of the intertidal nudibranch, *Dendronotus frondosus* (Ascanius 1774) (Opisthobranchia, Dendronotacea). *Northeastern naturalist*, 10(1): 17-25

Weaver W y Shannon CE (1963) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 132 pp

Williams GA (1993) Seasonal variation in algal species richness and abundance in the presence of molluscan herbivores on a tropical rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 167: 261–275.

Zhang ZQ (2011) Animal biodiversity: an introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 7-12

