UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

Análisis de patrones de biodiversidad, distribución espacial y abundancia del ensamble de esponjas en Isla Doumer, (Archipiélago de Palmer: Península Antártica)

TESIS

Diego Andrés Bravo Gómez

2017

marc 69513

M
B826a
2017

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA



Análisis de patrones de biodiversidad, distribución espacial y abundancia del ensamble de esponjas en Isla Doumer, (Archipiélago de Palmer: Península Antártica)

Dpyg. 20396

TESIS

DIEGO ANDRÉS BRAVO GÓMEZ

2017

DIEGO ANDRÉS BRAVO GÓMEZ

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título profesional de Biólogo Marino

COMISIÓN DE TÍTULO

Dr. César Cárdenas Alarcón

Director de Tesis

Departamento Científico

Instituto Antártico Chileno

(INACH)

Dr. Américo Montiel San Martín

Co-Director de Tesis

Instituto de la Patagonia

Universidad de Magallanes

(UMAG)

Dr. Mauricio Fabián Landaeta Díaz

Miembro de la comisión

Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales

Universidad de Valparaíso

(UV)

El Océano Pacífico se salía del mapa. No había donde ponerlo. Era tan grande, desordenado y azul que no cabía en ninguna parte. Por eso lo dejaron frente a mi ventana.

Pablo Neruda

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS 4

AGRADECIMIENTOS 7

ÍNDICE DE TABLAS 8

ÍNDICE DE FIGURAS 10

RESUMEN 17

INTRODUCCIÓN 18

Marco teórico 19
Investigación en esponjas 19
Taxonomía en el Phylum Porifera: dificultades y líneas de estudio 21
Métodos de recolección de esponjas en Antártica 22
Esponjas de fondos rocosos en aguas sublitorales antárticas 26
Factores físicos que influencian los ensambles de esponjas 28
Factores biológicos que influyen en los ensambles de esponjas 30
Patrones de distribución en aguas sublitorales antárticas: zonificación batimétrica a distribución en parches 31
Proyecciones frente al escenario del cambio climático 32

OBJETIVOS 34

Objetivo General 34

Objetivos Específicos 34

PREGUNTA E HIPÓTESIS 35

MATERIALES Y MÉTODOS 36

Área de estudio 36

Trabajo de terreno 39

Diseño muestreal 39

Muestreos 39

Trabajo taxonómico de laboratorio 45
Preparación de las muestras de esponjas 45
Caracteres externos 45
Caracteres internos 46
Análisis e identificación taxonómica 47

Análisis de patrones de distribución 48
Fotocuadrantes, software y código de especies 48
Cálculo de abundancia por medio de imágenes submarinas 49
Análisis multivariados 51
Comunidad bentónica 51
Ensamble de esponjas 52
Riqueza de especies 52
Abundancia de esponjas 53

RESULTADOS 54

Identificación taxonómica 54

Análisis de patrones de distribución 105
Contribución de las esponjas a la comunidad epibentónica 105
Ensamble de esponjas 108
Riqueza de especies de esponjas 108

Abundancia de esponjas 113

DISCUSIÓN 121

Composición taxonómica del ensamble de esponjas 121

Análisis de patrones de distribución 124
Contribución de las esponjas a la comunidad epibentónica 124
Ensamble de esponjas 125
Riqueza y abundancia 125
Conclusiones 129

LITERATURA CITADA 133

ANEXOS 163

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que participaron de este proceso de una u otra forma y me apoyaron a finalizar esta etapa de mi carrera profesional, la cual escogí por mi pasión y admiración por la naturaleza.

En primer lugar agradecer a los profesores quienes me guiaron, enseñaron y corrigieron durante todo este proceso. Al Dr. César Cárdenas, muchas gracias por permitirme trabajar en los ecosistemas submareales de Antártica a través de su Proyecto Fondecyt N° 11150129, lo cual ha sido un privilegio!. Al Dr. Américo Montiel, muchas gracias por su contínua disposición y por la ayuda en bioestadística. Además debo hacer mención especial al Dr. Julio Fernandez, quien vino desde Brasil para enseñarme y ayudarme en el trabajo taxonómico de esta investigación, muchas gracias!.

Agradecer inmensamente a la familia Velasco-Charpentier, que sin su apoyo hogañero no podría haberme ido a vivir durante un año a Punta Arenas. Muchas gracias Gina y Rodrigo por adoptarme como un hijo adoptivo y aceptarme como uno más de la familia! Obviamente también agradecer enormemente a la Cata, que sin dudarlo me dijo: anda a quedarte a mi casa!

También agradecer a todos mis amigos, que en este momento los tengo lejos físicamente, pero que siempre nos hemos apoyado y con los que he compartido grandes momentos: Bea, Tamy, Vania, Toti, Javi, Lenny, Carlos, Andre, Lucho, Niño, Pía y Momo, por mencionar algunos. ¡Grandes!

Finalmente agradecer de corazón al apoyo incondicional de mi familia, quienes nunca han dudado de mis capacidades y de mi pasión por la naturaleza, apoyándome en todo momento y brindándome sus consejos más sabios. Los amo mucho, y espérense no más, ya se vienen más aventuras!

¡Muchas gracias!

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sitios de muestreo realizados en el área de estudio. 43

Tabla 2. Bitácora de buceo de los muestreos realizados en el área de estudio. 43

Tabla 3. Resumen de porcentajes de cobertura promedio de los componentes bióticos y abióticos, obtenidos en cada sitio de muestreo alrededor de Isla Doumer, Archipiélago Palmer, Península Antártica 106

Tabla 4. Cobertura promedio (%) de especies de esponjas y otros organismos observados en los sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. (P: Porifera; AR: Algas rojas; AC: algas crustosas; BR: Briozoa; OT: otros organismos. (± = DE). 107

Tabla 5. Riqueza observada y estimada de especies de esponjas en Isla Doumer, Península Antártica y en los cuatro sitios de muestreo alrededor de la isla. Riqueza estimada de especies calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2* en software EstimateS v9.1. (± = DE). 109

Tabla 6. Riqueza observada y estimada de especies de esponjas a 10 y 20 m de profundidad. Riqueza estimada de especies calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*. (± = DE). 111

Tabla 7. Análisis permutacional de la varianza (PERMANOVA) basado en la matriz de similitud Bray-Curtis, para medir diferencias entre sitio de muestreo (4 sitios); profundidad (10 y 20 m) y sustrato (roca, grava y sedimento blando) sobre la riqueza de especies de esponjas observada a nivel de cuadrante. Las diferencias estadísticas fueron testeadas usando 9999 permutaciones bajo un modelo reducido. $*P < 0{,}01$. 113

Tabla 8. Análisis de similitud de porcentajes SIMPER a nivel de ensamble de esponjas, utilizando como factor: sitio. Abreviaciones: DEan: *Dendrilla antarctica*; HYsp:

Hymeniacidon sp.; ES NI1: Esponja no identificada 1; HAsp: *Halisarca* sp.; HRsp: *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.; HSch: *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*; HSsp: *Haliclona* (*Soestella*) sp.; IOun: *Iophon unicorne*; IOsp1: *Iophon* sp. 1; ISsp2: *Isodictya* sp. 2; MBli: *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*; MOac: *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*; SPan: *Sphaerotylus antarcticus*; TTwe: *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*. 115

Tabla 9. Análisis de similitud de porcentajes SIMPER a nivel de ensamble de esponjas, utilizando como factor: profundidad. Abreviaciones: DEan: *Dendrilla antarctica*; HYsp: *Hymeniacidon* sp.; ES NI1: Esponja no identificada 1; HAsp: *Halisarca* sp.; HRsp: *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.; HSch: *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*; HSsp: *Haliclona* (*Soestella*) sp.; IOun: *Iophon unicorne*; IOsp1: *Iophon* sp. 1; ISsp2: *Isodictya* sp. 2; MBli: *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*; MOac: *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*; SPan: *Sphaerotylus antarcticus*; TTwe: *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*. 117

Tabla 10. Análisis permutacional de la varianza (PERMANOVA) basado en la matriz de similitud Bray-Curtis, para medir el efecto del sitio de muestreo (PY1, 2, 4 y 5); profundidad (10 y 20 m) y sustrato (roca, grava y sedimento blando) sobre la cobertura del ensamble de esponjas a nivel de cuadrante. Las diferencias estadísticas fueron testeadas usando 9999 permutaciones bajo un modelo reducido. $*P < 0,01$. 120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalaciones de Base Yelcho (INACH) (64°52'24''S; 63°36'00''W), ubicada en el área de Bahía Sur, Isla Doumer, Península Antártica. 38

Figura 2. Equipo de buceo durante realización de muestreos en Bahía Sur. De izquierda a derecha: Eduardo Da Forno, Enzo Capurro (Patrón de Nave), César Cárdenas y Federico Ressia. 41

Figura 3. Mapa con los sitios de muestreo alrededor de Bahía Sur, Isla Doumer, Archipiélago Palmer en la Península Antártica. Escala de referencia; barra negra ≈1,2 Km. Las distancias entre transectas a 10 y 20 m en un mismo sitio no son apreciables (<15 m aproximadamente). 42

Figura 4. Esquema de disposición de cuadrantes muestreados a lo largo de transectas de 30 m de largo a 10 y 20 m de profundidad en el área de estudio. Cada cuadrante muestreado es demarcado en rojo. Imagen modificada de "Curso de Buceo Deportivo, Imperio Juniors". 42

Figura 5. Perfil de inmersión realizada en Bahía Sur a 20 m de profundidad. Registro mediante computador AWATEC Smart Pro. 44

Figura 6. A, fotocuadrante previo a remoción de algas con dosel. B, fotocuadrante posterior a remoción de algas con dosel en el área de estudio. 44

Figura 7. Muestras de diferentes especies de esponjas colectadas durante transectas a 10 m en el área de estudio. 44

Figura 8. Preparación de muestras de esponjas colectadas en el área de estudio. De izquierda a derecha: Diego Bravo, Leslie Novoa y Dr. Julio Fernandez, especialista en taxonomía de esponjas. Laboratorio de INACH. 47

Figura 9. Análisis microscópicos en laboratorios de INACH. 48

Figura 10. Análisis de fotocuadrante mediante uso del software CPCe (Coral Point Count with Excel extensions, versión 3.5). En la zona inferior se observa panel con serie de grupos de organismos diferenciados por color y sus respectivas especies, en base al código de especies diseñado para este estudio. 50

Figura 11. *Halisarca* sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, fotografía de superficie de esponja mediante lupa; C, fotografía de sección transversal observada mediante microscopio óptico..... 56

Figura 12. *Dendrilla antarctica.* A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, fibras de espongina extraídas de muestras; C, fotografía de fibras delgadas de espongina mediante microscopio óptico (ancho 103,55-115,55 µm)..... 58

Figura 13. *Sphaerotylus antarcticus.* A, muestra fijada en alcohol, extraída de Isla Doumer; B, fotografía de superficie ectosomal, donde se puede observar la disposición de espículas; C, fotografía de esqueleto (muestra en corte perpendicular a la superficie), donde se puede observar ectosoma (banda horizontal y zona superior) y coanosoma (bajo la banda horizontal)..... 61

Figura 14. Espículas de *Sphaerotylus antarcticus.* A, estilo tipo I (sólo se observa una parte, ya que no se visualiza la espícula completa, alcanzan cerca de 4000 µm); B, estilo tipo II (ancho 15,11 µm)..... 62

Figura 15. Espículas de *Sphaerotylus antarcticus.* A, estilo tipo III; B, estilo tipo IV..... 62

Figura 16. *Hymeniacidon* sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), donde se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior)..... 65

Figura 17. Espículas de *Hymeniacidon* sp. Fotografía de estilos. 65

Figura 18. *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 68

Figura 19. Espículas de *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. Fotografía de oxeas. 69

Figura 20. *Haliclona* (*Soestella*) sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 72

Figura 21. Espículas de *Haliclona* (*Soestella*) sp. Fotografía de oxeas. 72

Figura 22. *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 75

Figura 23. Espículas de *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*. Fotografía de oxeas. 75

Figura 24. *Iophon unicorne*. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 78

Figura 25. Espículas de *Iophon unicorne*. A, estilos; B, tornotos; C, bipocilas; D, anisoquelas. 78

Figura 26. *Iophon* sp. 1. Muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 81

Figura 27. Espículas de *Iophon* sp. 1. A, estilos; B, bipocilas; C, tornotos; D, anisoquelas. 81

Figura 28. *Iophon* sp. 2. Muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 84

Figura 29. Espículas de *Iophon* sp. 2. A, estilos; B, tornotos; C, anisoquelas I; D, anisoquelas II; E, bipocilas. 84

Figura 30. *Isodictya* sp. 1. A, esponja observada *in* situ; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 87

Figura 31. Espículas de *Isodictya* sp. 1. A, oxeas; B, ráfides; C, isoquelas. 87

Figura 32. *Isodictya* sp. 2. A, esponja observada *in* situ; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 90

Figura 33. Espículas de *Isodictya* sp. 2. A, oxeas; B, ráfides; C, isoquelas. 91

Figura 34. *Clathria* (*Axosuberites*) sp. A, esponja observada *in situ* (naranja); B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 94

Figura 35. Espículas de *Clathria* (*Axosuberites*) sp. A, estilos I; B, estilos II; C, estilos III; D, toxas II; E, toxas III; F, toxas IV. 95

Figura 36. *Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata.* A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 98

Figura 37. Espículas de *Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata.* A, oxeas; B, ráfides; C, anisoquelas I; D, anisoquelas II. 98

Figura 38. *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla.* A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 100

Figura 39. Espículas de *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla.* A, estilos; B, tornotos; C, isoquelas II; D, isoquelas I. 101

Figura 40. *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae.* A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior). 104

Figura 41. Espículas de *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*. A, estilos; B, tornotos; C, oniquetas I; D, oniquetas II. 104

Figura 42. Porcentajes de cobertura promedio de los componentes bióticos, obtenidos en cada sitio de muestreo alrededor de Isla Doumer, Península Antártica. 105

Figura 43. Riqueza de especies de esponjas observada y estimada entorno al área de estudio en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2* en software EstimateS v9.1. 109

Figura 44. Riqueza de especies de esponjas observada en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. 110

Figura 45. Riqueza de especies de esponjas estimada en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*. 110

Figura 46. Riqueza de especies de esponjas observada a 10 y 20 m de profundidad en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. 112

Figura 47. Riqueza de especies de esponjas estimada a 10 y 20 m de profundidad en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*. 112

Figura 48. Porcentajes de cobertura de componentes bióticos, obtenidos en cada transecta realizada a 10 y 20 m de profundidad en los sitios de muestreo alrededor de Isla Doumer, Península Antártica. 114

Figura 49. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos azules la cobertura de *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. Códigos (ej. P410mQ1) representan sitio (P4), profundidad

(10m) y n° de cuadrante (Q1) respectivamente. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada. 118

Figura 50. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos naranjas la cobertura de *Isodictya* sp. 2. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada. 119

Figura 51. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos verdes la cobertura de *Hymeniacidon* sp. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada. 120

RESUMEN

Las esponjas constituyen un importante componente de las comunidades submareales de sustrato rocoso en Antártica, llegando a dominar en abundacia algunos sitios del continente (ej. McMurdo Sound, Antártica Oriental). Desarrollan una serie de roles funcionales en el ecosistema, tales como sustrato biogénico para otras especies y en el acoplamiento bentopelágico. Estudios reportan que en la zona sublitoral antártica, los ensambles de esponjas poseen marcados patrones de zonificación batimétrica. Sin embargo, otros estudios reportan que las esponjas tienen una distribución en parches, la cual es característica de ambientes biológicamente heterogéneos y dinámicos. En ambos casos, las distribuciones son un resultado del efecto erosivo de los témpanos de hielo (*EEPT*) y su relación con la profundidad. El objetivo de esta tesis fue determinar patrones de biodiversidad, distribución espacial y abundancia del ensamble de esponjas en cuatro sitios y dos profundidades (10 y 20 m) en Isla Doumer (Península Antártica). Se identificaron un total de 16 especies de esponjas en el área de estudio y no se detectaron diferencias en riqueza de especies ni abundancia del ensamble de esponjas entre los sitios y profundidades. Esto sugiere que es un mismo ensamble de esponjas y se descarta un patrón de zonificación batimétrico, presentando características de distribución en parches. Se destaca que hubo mayor riqueza observada de especies a 10 m, profundidad que ha sido reportada como ausente o escasa de esponjas en otros estudios, lo cual posiblemente se relacione con la frecuencia e intensidad de eventos de *EEPT*, los que pueden estar modulando la distribución de los ensambles de esponjas en el área de estudio.

Palabras clave: Porifera, ensamble, distribución contagiosa, témpanos de hielo, Península Antártica.

INTRODUCCIÓN

Las esponjas son componentes abundantes de las comunidades bentónicas de sustrato duro de todo el mundo (Díaz *et al.* 1990; Bell & Barnes 2000b; Bell & Smith 2004), incluso habitando las aguas polares (Dayton *et al.* 1974; Barthel *et al.* 1991; Sara *et al.* 1992). Poseen gran importancia para las comunidades bentónicas en que habitan debido a que desarrollan un amplio espectro de roles funcionales (Bell 2008). Algunos de estos roles incluyen bioerosión (Díaz & Rutzler 2001; Wulff 2001), influencia en la estabilización, consolidación y regeneración de arrecifes de coral (Wulff & Buss 1979; Wulff 1984, 2001), influencia en el acoplamiento bentopelágico (Reiswig 1971, 1974) y participación en el ciclo del carbono (Ribes *et al.* 1999; Gatti 2002; Pile & Young 2006; de Goeij *et al.* 2008, 2013), nitrógeno (Wilkinson & Fay 1979; Corredor *et al.* 1988) y sílice (Gatti 2002; Uriz *et al.* 2003; Maldonado *et al.* 2005). Además, se ha descrito que pueden facilitar la producción primaria mediante la simbiosis con microorganismos fotosintéticos como cianobacterias y zooxantelas, así como también influir en la producción secundaria al ser fuente de alimento de diferentes depredadores de niveles tróficos superiores (Taylor *et al.* 2007; Bell *op. cit.*; de Goeij *et al.* 2008, 2013). Sumado a lo anterior, las esponjas también cumplen un rol importante para otras especies, actuando como microhábitat para una amplia gama de organismos como crinoideos, holoturoideos, poliquetos, crustáceos y peces, entre otros (Dayton *et al.* 1970, 1974; Moreno 1980; Barthel 1992a; McClintock *et al.* 2005; Bell *op. cit.*). Estos organismos encuentran ciertas ventajas al vivir dentro o sobre las esponjas, como por ejemplo protección contra depredadores y el daño mecánico producido por las condiciones físicas del medio, ventajas reproductivas al permitir la protección de ovas en las cavidades de la esponja y mejoras en las tasas de alimentación

(Moreno *op. cit.*; Wulff 2006; Taylor *op. cit.*; Bell *op. cit.*). Tales ventajas son producidas por la morfología y también por los componentes químicos que pueden producir las esponjas, que a su vez permiten modular la comunidad microbiana asociada a su estructura e inhibir el asentamiento de otras especies como epibiontes (Díaz & Rutzler *op. cit.*; Becerro *et al.* 2003; Jones *et al.* 2005; Wulff 2001; Taylor *op. cit.*).

En este contexto la presente tesis se enfoca en aspectos ecológicos y taxonómicos del ensamble de esponjas, determinando sus patrones de distribución, abundancia y diversidad en la zona sublitoral somera de Isla Doumer (Península Antártica), zona comúmente descrita con ausencia de esponjas debido a los disturbios físicos producidos por el impacto de grandes témpanos de hielo, constituyendo una importante línea base para que en estudios posteriores se puedan determinar los cambios en el ensamble de esponjas y su relación con el cambio climático (Keith *et al.* 2013).

Marco teórico

Investigación en esponjas

Antiguamente, las esponjas fueron consideradas como un tipo diferente de plantas marinas (Cousteau 2006). Esto cambió cuando Grant (1836) describió y clasificó a las esponjas como un nuevo grupo taxonómico del Reino Animalia, clasificándolas como uno de los organismos de mayor simplicidad morfológica y funcional. Desde entonces gran cantidad de científicos comenzaron a estudiar las esponjas, enfocándose inicialmente en la taxonomía, basándose solamente en caracteres externos, como color, forma, superficie y

textura de las esponjas, así como caracteres internos, observando el tamaño y forma de las espículas de las diferentes especies de esponjas (Thiele 1905, Boury-Esnault & Rutzler 1997). De la misma forma, desde inicios del siglo XX ya se realizaba ciencia antártica, donde a partir de muestras de draga se lograron identificar algunas de las primeras especies de esponjas como por ejemplo *Iophon unicorne* Topsent, 1907; *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata* Kirkpatrick, 1907; y *Myxylla* (*Burtonanchora*) *lissostyla* Burton, 1938. Fue de esta manera que los estudios sobre las esponjas comenzaron a llenar los vacíos respecto a su conocimiento en las diferentes latitudes.

Ya casi a finales del siglo XX, con notorias mejoras en tecnología, comenzaron a ser abordados otros aspectos relacionados a su ecología, realizando experimentos de laboratorio y terreno, además de incorporar como herramienta de muestreos el buceo autónomo (Dayton *et al.* 1974; Connell 1983; Corredor *et al.* 1988; Dayton 1989). Algunas líneas de investigación abordadas fueron por ejemplo las interacciones entre esponjas y los arrecifes de coral (Goreau & Hartman 1966; Aerts & van Soest 1997), asociaciones entre esponjas y organismos fotosintéticos como las zooxantelas (Rutzler 1990), cuantificación de la producción fotosintética en áreas de la Gran Barrera de Coral (Australia) (Cheshire & Wilkinson 1991), liberación de nitrato por esponjas del Mar del Caribe (Corredor *et al.* 1988; Díaz & Ward 1997), y estudios ecológicos sobre la toxicidad de algunas especies (Green 1977; Pawlik *et al.* 1995). Para dicho período, en Antártica comenzó el estudio de ensambles de esponjas de profundidad (clase Hexactinellida), destacando los estudios de Barthel (1992a,b). Por otro lado mediante la implementación del uso de equipos de buceo autónomo en el continente, comenzaron los estudios de comunidades macrobentónicas en

la zona sublitoral mediante muestreos *in situ*, destacando los estudios relizados por Dayton *et al.* (1969, 1970, 1974) y Barnes (1995a,b, 1999).

Desde que comenzaron a desarrollarse masivamente las técnicas moleculares en el siglo XXI, estas también han sido utilizadas para mejorar las clasificaciones taxonómicas de las esponjas tanto en Antártica como en otras latitudes (Vargas *et al.* 2015), siendo en este siglo donde el número de especies ha incrementado enormemente (Koltun 1970; McClintock *et al.* 2005; van Soest *et al.* 2012a). Además, estas nuevas tecnologías como por ejemplo el uso del Vehículo Operado Remotamente *ROV* en conjunto con mejoras logísticas, han permitido extender y ampliar las zonas de investigación, abarcando de mejor forma ecosistemas extremos como las zonas abisales y batiales del océano, ampliando y aportando mayor conocimiento sobre rangos de distribución, comprensión del rol e importancia de las esponjas a grandes profundidades incluso en el Océano Austral (Janussen *et al.* 2004; Janussen & Reiswig 2009; van Soest *et al.* 2012a; Fillinger *et al.* 2013). De la mano con lo anterior, también las nuevas tecnologías han permitido desarrollar nuevas áreas de investigación, como la biotecnología, en la cual las esponjas han sido una de las mejores fuentes de descubrimiento de compuestos bioactivos para la formación de nuevas moléculas en el área de la farmacéutica y que están siendo utilizadas en diferentes tratamientos clínicos (Blunt *et al.* 2009; Anjum *et al.* 2016).

Taxonomía en el Phylum Porifera: dificultades y líneas de estudio

En el grupo de las esponjas, la identificación de campo es compleja, ya que diferentes especies pueden presentar similares morfologías y colores, resultando en un grupo

taxonómicamente complejo, además alrededor del mundo existen pocos taxónomos dedicados a la clasificiación de las esponjas, por estas razones se ha subestimado generalmente su diversidad y abundancia, en donde en muchos estudios de línea base o monitoreo de comunidades son consideradas como un solo grupo (Barnes 1995a; Bell & Barnes 2001; Ávila *et al.* 2015; Valdivia *et al.* 2015). Por lo anterior es que actualmente varios autores trabajan con técnicas moleculares para generar un "*barcode library*" de esponjas antárticas, facilitando la identificación y comparación entre especies (Boury-Esnault 2006; Vargas *et al.* 2015). Sin embargo, la morfología del esqueleto de las esponjas continúa siendo el principal método de rápida identificación de especies, basándose tanto en caracteres externos como forma, color, superficie y textura; e internos utilizando el tipo y tamaño de las espículas de esponjas (Boury-Esnault 2006; Worheide & Erpenbeck 2007; Vargas *et al.* 2012). También se ha demostrado la utilidad de aproximaciones mediante categorías morfo-funcionales como medidas de diversidad para caracterizar ensambles de esponjas, junto con su variación espacial y temporal en zonas con poca información disponible (Bell & Barnes 2001, 2002; Berman *et al.* 2013).

Métodos de recolección de esponjas en Antártica

Los estudios ecológicos en los ecosistemas antárticos se remontan a las primeras expediciones científicas realizadas en torno al continente. Expediciones como la *Scotia Expedition* (1903-1904) (Topsent 1915); la *Swedish Antarctic Expedition* (1901-1903) (Burton 1934); y las expediciones *Discovery* (1925-1929) (Burton 1932), muestrearon las profundidades del Océano Austral, hasta los 300 m, utilizando redes de arrastre para

conocer la fauna bentónica profunda en torno al continente. Debido a la eficacia y ventajas que entrega este tipo de muestreo, es que continúa siendo una gran herramienta para realizar estudios a gran profundidad en torno al continente. Por ejemplo, a comienzos del siglo XX, diversos estudios que reportan asociaciones ecológicas entre esponjas y anfípodos en aguas polares, obtvieron sus muestras por medio de redes de arrastre (Kunzmann 1996; De Broyer *et al.* 2001; Lorz 2001).

Actualmente entidades de importancia para la conservación, como la Convención para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos (*CCRVMA*), continúan realizando investigación por medio de redes de arrastre a profundidad incorporando además nuevas tecnologías para la obtención de imágenes submarinas de alta calidad y de esta forma monitorear y detectar posibles Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV), con el fin de establecer políticas de conservación (Lockhart & Jones 2009). Si bien el uso de redes de arrastre continúa siendo una gran herramienta para los muestreos a gran profundidad, cada vez más estudios incorporan el uso de *ROV's* y mejores tecnologías de imagen, como el Sistema de Imagen Submarina (*SUCS*) para estudiar diversos aspectos de los ecosistemas bentónicos profundos, por ejemplo la dinámica de expansión de los ensambles de esponjas de vidrio hasta el almacenamiento de carbono a grandes profundidades (van Soest *et al.* 2012a; Fillinger *et al.* 2013; Barnes 2017).

Por otro lado, la investigación de esponjas y del resto de la comunidad bentónica en aguas sublitorales ha estado estrechamente relacionada con el buceo autónomo de carácter científico. El primer buceo registrado en Antártica fue en los inicios del siglo XIX, 50 años antes del inicio regular de las expediciones de buceo. Fue llevado a cabo por Willy

Heinrich, miembro de la *Erich von Drygalski's Deutsche Sudpolar Expedition*, para realizar reparaciones del barco, usando como indumentaria un casco Siebe y un traje de lona (Drygalski 1989). En la actualidad el buceo autónomo es una gran herramienta para colectar especies y desarrollar trabajos experimentales en aguas sublitorales, pero sólo se volvió popular en Antártica y otras latitudes luego de 1950, después que Jacques Cousteau co-desarrolló el equipo de buceo autónomo *Aqua Lung* y publicó el libro *El Mundo Silencioso* (Cousteau & Dumas 1953). Desde ese momento, gracias al desarrollo del equipo de buceo autónomo y el grado de independencia de aire de superficie asociado, el buceo científico incrementó rápidamente en Antártica.

El primer buzo científico en Antártica, fue el estadounidense Verne Peckham ecólogo bentónico, quien adquirió fama por realizar 35 buceos individuales a una profundidad de 50 m, los cuales fueron realizados durante verano e invierno. Otros de los buzos científicos antárticos precursores fueron el australiano John Bunt, quien en 1962 se sumergió bajo el hielo marino de 4-5 m de espesor para colectar microalgas (Schories & Kohlberg 2016) y el estadounidense Paul Dayton, siendo este último, pionero en la ecología submareal antártica, que desde la década de 1960 ha realizado numerosos estudios de las comunidades bentónicas principalmente en el área de McMurdo Sound, Antártica Oriental (Dayton *et al.* 1969, 1970, 1974, 2016; Dayton 1971, 1989). Durante esos años los trajes y guantes de neopreno que se utilizaban para conservar la temperatura no eran los adecuados para realizar el trabajo en el continente. Pese a ello, científicos como el Dr. Dayton realizaban inmersiones con duración de hasta 1 hora, alcanzando profundidades máximas de 60 m para tomar muestras de esponjas y otros organismos epibentónicos, así como

también para establecer experimentos con el objetivo de conocer y aprender más sobre los ecosistemas antárticos (USAP 2010).

Si bien el buceo en Antártica no fue regulado hasta la temporada de 1967-1968 cuando se adoptaron las recomendaciones de James Stewart (Brueggeman 2003) y considerando que hace 60 años el buceo era más riesgoso que en la actualidad, debido al poco conocimiento sobre los peligros asociados a la actividad, se han reportado pocos accidentes de buceo en las regiones polares (Sayer 2005), con sólo un accidente reportado por año en el período 2007-2009 (Roy 2008; AAUS 2011).

Bucear en Antártica supone un enorme reto para los científicos donde el agua puede alcanzar -2°C, temperaturas del aire bastante menores, combinado con vientos que pueden incluso reducir aún más la sensación térmica y además hielo flotante tanto en las costas como en el mar. También suelen existir grandes distancias entre los sitios de buceo, bases científicas y facilidades médicas (ej. cámaras de descompresión), los cuales son factores adicionales a considerar. Sumado a todo lo anterior, existen problemas logísticos y de transporte, específicos de Antártica, los cuales pueden afectar y complicar la seguridad de las expediciones de buceo (Schories & Kohlberg 2016).

Pese al nivel de complejidad que significa realizar buceo en Antártica, representa una excelente oportunidad para estudiar los ecosistemas marinos del continente. En la actualidad los muestreos submareales por medio de buceo autónomo son utilizados frecuentemente por los diferentes grupos de ecólogos marinos debido a las ventajas respectivas a la obtención de muestras y registros *in situ*, lo cual va de la mano con el

desarrollo de mejoras tecnológicas en los equipos de buceo, los cuales permiten a los buzos enfrentar las condiciones extremas de mejor forma (USAP 2010) (ej. Smale 2008; Barnes 2016; Cárdenas *et al.* 2016b).

Esponjas de fondos rocosos en aguas sublitorales antárticas

Las esponjas son componentes conspicuos y a menudo dominantes en las comunidades bentónicas de fondos rocosos de Antártica (Gutt & Starmans 1998; Page *et al.* 2002; Dayton *et al.* 2016), alcanzando gran abundancia y biomasa, con reportes de cobertura de sustrato sobre 55% e incluso cercanos a 100% en sitios como McMurdo Sound, Antártica Oriental (Dayton *et al.* 1974, 2016; Barthel 1992b).

Se estima un total de 8500 especies de esponjas en el mundo; de estas aproximadamente 400 han sido descritas para Antártica, encontrándose especies de todas las clases del phylum Porifera (Demospongiae, Hexactinellida, Calcarea, Homoscleromorpha), siendo las demosponjas la clase de mayor riqueza de especies con aproximadamente 350 (Koltun 1970; Sara *et al.* 1992; McClintock *et al.* 2005; Downey *et al.* 2012; van Soest *et al.* 2012a; Vargas *et al.* 2015). El número de especies cambia continuamente con el pasar de los años, por ejemplo Clarke & Johnston (2003) describen un total de 250 especies, mientras que el Registro de Especies Marinas Antárticas (REMA) describió un leve incremento, aumentando a 267 especies (De Broyer *et al.* 2010; Griffiths *et al.* 2010). Actualmente, diferentes estudios coinciden que la cantidad de especies de esponjas probablemente aumente en los próximos años a medida que existan avances en la

clasificación taxonómica del grupo (Sara *et al.* 1992; van Soest 1994; McClintock *et al.* 2005; Downey *et al.* 2012; van Soest *et al.* 2012a; Vargas *et al.* 2015).

El grupo de las esponjas antárticas poseen una distribución principalmente circumpolar, desarrollando un alto grado de endemismo, donde el 44% de las especies y 7% de los géneros descritos son endémicos de Antártica, representando actualmente el 5% de todas las especies de esponjas a nivel mundial (Dell 1972; Janussen & Tendal 2007; Clarke & Crame 2010; Downey *et al.* 2012; Goodwin *et al.* 2012; van Soest *et al.* 2012b; Janussen & Downey 2014). Esta distribución fuertemente marcada se debe a diferentes procesos oceanográficos, siendo el principal la Corriente Circumpolar Antártica (CCA), constituyendo el principal flujo de masas de agua en torno al continente (Dayton *et al.* 1994; Barker *et al.* 2007). El flujo en dirección este que posee la corriente, sumado a las diferentes corrientes asociadas y giros costeros, han restringido la distribución geográfica de las esponjas, limitándolas a las aguas del Océano Austral y permitiendo además que se distribuyan ampliamente alrededor de la costa antártica y subantártica (McClintock *et al.* 2005; Janussen & Downey 2014). El fuerte flujo de la CCA, genera rangos latitudinales de distribución claramente estrechos para la mayoría de las especies de esponjas en el Océano Austral. Basándose en los sitios de estudio en que se han encontrado las diferentes especies, se ha observado que el 37% de las especies poseen un rango de variación geográfica inferior a 10° (Janussen & Downey 2014). Sólo algunas especies presentan mayores rangos de distribución latitudinal, incluso fuera del Océano Austral, como por ejemplo la esponja calcárea *Leucettusa lancifera* (43°), la demosponja *Suberites caminatus* (51°) y la esponja hexactinellida *Anoxycalyx ijimai* (44°) (Janussen & Downey 2014).

Los estudios alrededor del continente antártico indican que existe un amplio rango batimétrico en su distribución, observando que las esponjas de vidrio (Clase Hexactinellida) dominan los fondos rocosos y blandos en profundidades que van desde 200 a 300 m (Dayton *et al.* 1974; Barthel & Gutt 1992; Gutt & Starmans 1998; Janussen *et al.* 2004; Janussen & Reiswig 2009; Fillinger *et al.* 2013), pudiendo incluso alcanzar profundidades mayores a 6000 m (van Soest 2012a). En los fondos rocosos de las aguas sublitorales existen diferentes especies de esponjas que habitan entre los 10 a 60 m de profundidad (Dayton *et al.* 1974; Barnes 1995a; Barnes & Brockington 2003; Cárdenas *et al.* 2016b), siendo los organismos de mayor abundancia a partir de los 20-30 m (Dayton *et al.* 1974; Barnes & Brockintong 2003; Zamorano 1983).

Factores físicos que influyen los ensambles de esponjas

Alrededor del mundo los patrones de diversidad y distribución de los ensambles de esponjas se encuentran fuertemente determinados por diferentes factores tanto físicos como biológicos (Dayton 1971; Bonanomi *et al.* 2011; Cárdenas *et al.* 2012, 2016a). Algunos factores físicos reportados son la profundidad, luz (Bell & Barnes 2000b, c), flujo de agua (Bell & Barnes 2003), sedimentación (Carballo 2006), salinidad (Roberts *et al.* 2006), concentración de nutrientes (Wilkinson & Evans 1989), turbidez (Zea 1994) y tipo e inclinación de sustrato (Preciado & Maldonado 2005; Cárdenas *et al.* 2012). De los factores antes mencionados, la profundidad es uno de los factores de mayor importancia en los patrones de distribución de esponjas, encontrando mayor abundancia y diversidad de esponjas conforme ésta incrementa (Wilkinson & Evans 1989; Díaz *et al.* 1990; Bell & Barnes 2000a,b; Gutt 2001). La profundidad regula indirectamente factores detrimentales

para la supervivencia y desarrollo de las esponjas. Perturbaciones físicas producidos por el viento y oleaje en superficie, además de la intensidad lumínica y tasas de sedimentación son algunos factores que afectan a las esponjas y que disminuyen su impacto a medida que aumenta la profundidad (Wilkinson & Evans 1989; Preciado & Maldonado 2005; Cárdenas *et al.* 2012).

En Antártica existe fuerte evidencia que sugiere que la distribución de organismos bentónicos en zonas cercanas a la costa, depende en gran medida del efecto erosivo del hielo y su interacción con la profundidad (Zamorano 1983; Gambi *et al.* 1994; Barnes 1995a,b; Nonato *et al.* 2000; Gutt & Starmans 2001; Barnes & Brockington 2003; Barnes 2016).

Existen diferentes formas en que el hielo puede erosionar el fondo marino, afectando así a las comunidades bentónicas del continente. La principal son las marcas erosivas generadas por grandes témpanos a la deriva (*Efecto Erosivo de los Témpanos de Hielo* o *EEPT*), provenientes del desprendimieno de glaciares o plataformas de hielo; éstos golpean y raspan el fondo marino somero, removiendo a los organismos sésiles que allí habitan (Dayton *et al.* 1969, 1970, 1974; Dayton 1989; Gutt *et al.* 1996; Gutt 2001; Gutt & Starmans 2001; Smale 2008). Otro fenómeno es el *anchor ice*, que corresponde a la formación de placas de hielo en el fondo marino (hasta aprox. 33 m de profundidad), cubriendo y removiendo a los organismos que se encuentren en la zona de su formación a través del desprendimiento de las placas del fondo, debido a su flotabilidad positiva, generando desfaunación del suelo marino (Dayton *et al.* 1969, 1970, 1974; Gutt 2001). Estas formas de hielo afectan a diferente escala espacial y temporal, con registros de

monitoreos que indican la gran frecuencia del *EEPT* en ciertas áreas, el cual puede erosionar regularmente algunos sitios, resultando en baja diversidad de la zona intermareal y sublitoral, repercutiendo en niveles de reclutamiento y eliminando poblaciones establecidas, generando un efecto sobre los patrones de distribución en las esponjas antárticas y otros organismos marinos (Dayton *et al.* 1969, 1970, 1974; Barnes 1999; Gutt 2001; Teixidó *et al.* 2002; Gutt & Piepenburg 2003; McClintock *et al.* 2005; Barnes 2016).

Factores biológicos que influyen en los ensambles de esponjas

Los factores biológicos consideran principalmente interacciones negativas entre especies como competencia y depredación (Connell 1983; Sousa 2000; Barott *et al.* 2012). En arrecifes rocosos submareales de otras latitudes se ha sugerido que el pasto marino, algas rojas y pardas compiten por el sustrato con las esponjas (Ginn *et al.* 2000; Bell 2002; Cárdenas *et al.* 2016a). Pese a ello, en arrecifes rocosos someros de Nueva Zelanda y Australia se ha reportado facilitación, un tipo de interacción positiva entre macroalgas y esponjas que viven asociadas a sus praderas (Wernberg *et al.* 2005; Smale *et al.* 2011; Cárdenas *et al.* 2016a), sugiriendo que las frondas y el resto de la estructura algal modifican el ambiente local, disminuyendo la intensidad lumínica, tasas de sedimentación y grado de exposición al oleaje, y romoviendo competidores espaciales de las esponjas por medio de la abrasión mecánica, como por ejemplo algas del subdosel.

En Antártica las interacciones biológicas también poseen un rol importante en los patrones de distribución, abundancia y diversidad de las esponjas (McClintock *et al.* 2005). Dayton *et al.* (1974) demuestra como algunas especies espongívoras (ej. *Perknaster fuscus*

antarcticus y *Austrodoris mcmurdensis*), evitan la dominancia del sustrato por *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*, esponja de crecimiento rápido y potencialmente dominante, por medio de la depredación. Por otro lado, Cárdenas *et al.* (2016b) describen sitios de la zona occidental de la Península Antártica, donde podría existir facilitación en la zona subitoral entre 29 especies de esponjas y las macroalgas *Himmantothallus grandifolius* y *Desmarestia* spp., siendo una zona comúnmente dominada por estas últimas.

Patrones de distribución en aguas sublitorales antárticas: zonificación batimétrica a distribución en parches

Desde la década de 1970 hasta comienzos del siglo XXI, diferentes estudios alrededor del continente antártico, como por ejemplo en Isla Rey Jorge, Islas Shetland del Sur (Nonato *et al.* 2000; Bromberg *et al.* 2002, Lee *et al.* 2001; Barnes 2005), Isla Adelaida (67°S) (Barnes 1999; Barnes & Brockington 2003), seno McMurdo (77°S) (Dayton *et al.* 1970, 1974; Miller & Pearse 1991), e incluso Isla Doumer, Archipiélago Palmer (Zamorano 1983), han descrito marcados patrones de zonificación batimétrica desde 0 a 50 m de profundidad, atribuyendo dicho patrón al disturbio físico generado por el *EEPT* y su relación con la profundidad, reportando aumento tanto en abundancia como en diversidad de organismos bentónicos conforme incrementa la profundidad y disminuye el *EEPT*, observando un dominio de macroalgas en la zona sublitoral y un aumento en abundancia y diversidad de especies de esponjas y otros organismos sésiles conforme incrementa la profundidad (Dayton *et al.* 1974; Rauschert 1991; Barnes 1995a, b; Sahade *et al.* 1998; Nonato *et al.* 2000; Barnes 2002; Barnes & Brockington 2003; Barnes 2005; Smale 2007a).

La concepción de un patrón de zonificación batimétrico en los ecosistemas submareales ha sido considerada como una condición ecosistémica hipotética. Sin embargo, existe un quiebre en este paradigma de distribución; diferentes estudios establecen que la distribución de las comunidades bentónicas no siempre desarrollan una zonificación marcada, y frecuentemente exhiben distribuciones altamente irregulares y aleatorias, descritas como distribuciones tipo parche o contagiosas, las cuales en Antártica son generadas principalmente a partir de eventos de *EEPT* que en conjunto a las características biológicas del macrobentos, como por ejemplo el lento crecimiento de las esponjas, generan parches de distribución de organismos epibentónicos en distintos estados de sucesión (Gutt & Koltun 1995; Gutt & Starmans 2003; Seiler & Gutt 2007; Gutt *et al.* 2013; Barnes 2016). Como consecuencia, zonas con gran frecuencia e intensidad de *EEPT* presentan ambientes biológicamente heterogéneos y dinámicos en los que no existe presencia de patrones de zonificación claramente definidos, como lo describe Smale (2008) en Isla Adelaida, Península Antártica.

Proyecciones frente al escenario del cambio climático

En las últimas décadas la Península Antártica ha experimentado un aumento de 1°C en la temperatura superficial de sus aguas producto del cambio climático (Meredith & King 2005; Clarke *et al.* 2007), con predicciones de un incremento de 2°C en los próximos 100 años (Vaughan *et al.* 2003; Meredith & King *op. cit.*; IPCC 2014). Tal aumento constituye una amenaza para la supervivencia de la comunidad bentónica antártica que en su mayoría está constituida por organismos de características estenotermas frías debido a los procesos

evolutivos influidos por el aislamiento biogeográfico (Peck 2002; Portner 2002a, b, c; Barnes 2005; Keith *et al.* 2013). El incremento de la temperatura podría aumentar la frecuencia de *EEPT*, aumentando la heterogeneidad biológica de las áreas subitorales (Smale 2008; Barnes 2016; Clark *et al.* 2017), y pudiendo afectar negativamente funciones biológicas de las esponjas, tales como alimentación, reproducción y defensa, generando repercusiones hacia el resto de la comunidad bentónica y niveles tróficos superiores (Barnes 2005).

No obstante, uno de los mayores desafíos en el estudio de la fauna bentónica antártica, incluyendo a las esponjas, es poder completar los vacíos de información ecológica que persisten a pesar de los numerosos esfuerzos investigativos realizados a la fecha.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar patrones de biodiversidad, distribución espacial y abundancia del ensamble de esponjas en la zona sublitoral de Isla Doumer (Península Antártica).

Objetivos Específicos

1. Identificar las especies de esponjas colectadas en el área de estudio.
2. Determinar la contribución del ensamble de esponjas en la abundancia de la comunidad epibentónica local.
3. Determinar los patrones de distribución espacial, riqueza de especies y abundancia del ensamble de esponjas.
4. Comparar abundancia y riqueza de especies del ensamble de esponjas entre diferentes sitios y profundidades de muestreo.

PREGUNTA E HIPÓTESIS

La pregunta que lidera esta investigación es: ¿Cómo se distribuye el ensamble de esponjas en términos de riqueza de especies y abundancia en diferentes sitios y profundidades en torno al área de estudio?

H1: La riqueza específica y abundancia del ensamble de esponjas se correlacionará de forma directamente proporcional a la profundidad.

H2: La riqueza específica y la abundancia del ensamble de esponjas variará significativamente entre los sitios de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la zona sur de Isla Doumer, pequeña isla perteneciente al Archipiélago Palmer, Península Antártica (64°51'00''S; 63°35'00''O). Por su lado oriental colinda con Isla Wiencke, ambas separadas por el Canal Peltier, mientras que por el lado occidental con Isla Anvers, separadas por el Canal Neumayer. La isla fue bautizada por el explorador Jean-Baptiste Charcot, durante la Expedición Antártica Francesa (1903-1905), en homenaje a Paul Doumer, Presidente de la Cámara de Diputados y posterior Presidente de Francia (AADC 2017).

En relación al tamaño, la isla mide 7 km de longitud por 3,2 km de ancho, caracterizándose por ser una isla de gran altitud y acantilada, siendo su cumbre de mayor elevación el Monte Doumer, con 508 m de altitud. En el extremo occidental se encuentra Cabo Kemp, el cual presenta una montaña de 400 m de altitud. En el sector sur se ubica Bahía Sur, la cual posee en su lado oriente una leve pendiente rocosa cubierta de nieve, mientras que el resto de la bahía se encuentra cubierto por verticales glaciares, siendo una bahía que se congela durante los meses de invierno (AADC 2017; Google Earth 2017). El sector norte se diferencia del resto de la isla, al ser de poca altitud, rocoso y accesible (AADC 2017).

En relación a la batimetría de Bahía Sur y sus alrededores, se ha registrado que dentro de la bahía las zonas someras varían entre 5 a 40 m de profundidad, pudiendo alcanzar profundidades mayores a 200 m, siendo 224 m la máxima profundidad en la bahía.

Alrededor de la isla y en la zona de canales, la profundidad es mayor a 100 m y puede alcanzar profundidades superiores a 400 m (Zamorano 1983; INACH 2017).

Ubicada en Bahía Sur, se encuentra la Base Yelcho (64°52'24''S; 63°36'00''W), única base de la isla, perteneciente el Instituto Antártico Chileno (INACH). La base ha sido destinada para brindar apoyo logístico en los estudios científicos alrededor de la isla, operando únicamente durante los meses de verano (Fig. 1). Fue inaugurada por la Armada de Chile en 1962, y luego cedida a INACH en 1980. La base permaneció en desuso entre 1998-2013, siendo restaurada y ampliada durante el verano de 2014-15, y reinaugurada el verano de 2015-16 (INACH 2017).

Respecto a los estudios realizados en torno al área de estudio, los primeros y únicos antecedentes sobre la fauna bentónica fueron descritos por Zamorano (1983), el cual describió en Bahía Sur un aumento de la riqueza de especies (≈4 a más de 16 especies entre 5 a 30 m) y de la biomasa conforme incrementa la profundidad (890-10200 g m^{-2} entre 5 a 30 m). Zamorano (1983) describe que entre 0-7 m el sustrato es rocoso y con pendiente pronunciada, posee baja biomasa y riqueza de especies. Se pueden encontrar algunas especies de algas como *Desmarestia anceps* e *Iridaea obavata* y la lapa *Nacella polaris*, siendo los organismos dominantes a esas profundidades. Luego entre 7-15 m, el fondo presenta grava y existe una franja marcada de *Himmantothallus grandifolius*, alcanzando su máximo desarrollo a los 15 m. Entre 22-30 m, comienza el límite inferior de la franja de macroalgas. Este rango de profundidad se caracteriza por poseer los mayores niveles de biomasa y riqueza de especies, siendo las ascidias y esponjas los organismos más conspicuos, con especies como *Mycale acerata*, *Rosella nuda* y *Dendrilla* sp. Además se

presentan otros grupos de menor abundancia como braquiópodos, hidroides, gorgonáceos y briozoos.

Cabe destacar que estudios oceanográficos no han sido desarrollados en torno a la isla, lo cual se relaciona con el largo período de inactividad de la base. Pese a lo anterior existen datos de temperatura a 10 y 20 m de profundidad, los cuales varían entre -1,5°C y 2°C durante los meses de diciembre-marzo, aunque en ocasiones se han llegado a registrar 2,9°C, mientras que el resto del año la temperatura se encuentra en el rango de -1,8°C a -1°C (Cárdenas *et al.* En Revisión).

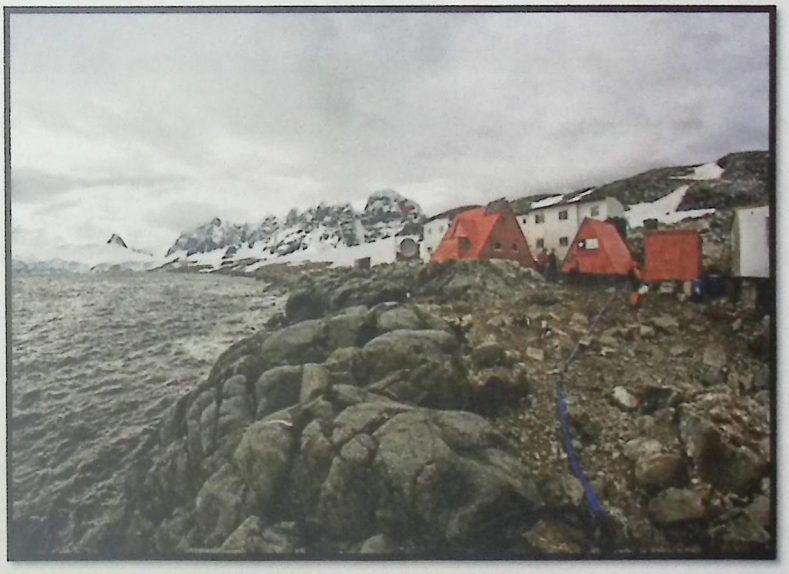


Figura 1. Instalaciones de Base Yelcho (INACH) (64°52'24''S; 63°36'00''W), ubicada en el área de Bahía Sur, Isla Doumer, Península Antártica.

Trabajo de terreno

Los muestreos se realizaron en Isla Doumer, en el sector de Bahía Sur y sus alrededores, durante enero y febrero del 2016 en el marco del Proyecto FONDECYT de Iniciación N° 11150129, Dr. Cárdenas (Investigador Responsable) junto con el apoyo de la Expedición Científica Antártica 52 (ECA 52). Se utilizaron las instalaciones de la Base Yelcho para programar y ejecutar los muestreos, así como también para el procesamiento de muestras de esponjas.

Diseño muestreal

Se realizaron transectas submareales, dentro de las cuales se tomaron dos tipos de muestreo; A: fotocuadrantes por medio de cámara submarina, B: se muestrearon especímenes de esponjas. Las transectas fueron realizadas a diferentes profundidades en 4 sitios de Bahía Sur y sus alrededores, con el fin de evaluar patrones de distribución del ensamble de esponjas, su riqueza de especies y abundancia en áreas de condiciones físicas contrastantes.

Muestreos

Los muestreos fueron llevados a cabo mediante buceo autónomo (Fig. 2-3). Los cuatro sitios muestreados fueron PY1, PY2, PY4 y PY5, en cada uno se realizaron dos transectas de 30 m de largo siguiendo la isobata de 10 y 20 m de profundidad. Cada punto de las transectas fue registrado mediante GPS Garmin GPSMAP 62s (5 m de variación) (Fig. 3; Tabla 1). El número y longitud de las transectas, junto con el número de fotocuadrantes, fue

determinado considerando las limitaciones logísticas del área de estudio. Para tener un registro controlado de las inmersiones, tras la realización de cada transecta, se extrajeron los perfiles de inmersión de los compudadores de buceo y fueron registrados en una bitácora de buceo (Fig. 5; Tabla 2).

Cada transecta fue realizada por dos buzos mediante la fijación de una huincha métrica al fondo marino, siguiendo la dirección prestablecida del compás para mantener la isobata de profundidad y desplegando un total de diez cuadrantes de 0,25 m^2 cada uno, siguiendo el orden definido en el diseño de muestreal (Fig. 4; Tabla 1). A través de esta metodología se cubrió un total de 20 m^2 alrededor del área de estudio.

Los fotocuandrantes fueron obtenidos por medio de cámaras digitales subacuáticas de alta definición GoPro 3 Black (12 MP), usando carcazas sumergibles de fibra de carbón (GoPro) e iluminación mediante focos marca Ano V70WS (*www.anoindustry.com*). En el caso de presencia de algas con dosel a lo largo de la transecta, se procuró removerlas previamente para lograr observar claramente los organismos a través de las fotografías capturadas (Fig. 6).

Posterior a la captura de cada fotocuadrante, se colectaron trozos de esponjas a lo largo de las transectas con el fin de realizar análisis taxonómicos y así determinar las especies presentes en la isla, facilitando la posterior identificación a través de los fotocuadrantes. Se procuró extraer muestras de todas las esponjas presentes en los cuadrantes y algunas conspicuas fuera de las transectas (Fig. 7). Las muestras se extrajeron cortando parte de las esponjas, abarcando desde la zona basal hasta la superficie

(ectosoma), mediante cuchillo de buceo y almacenando las muestras en bolsas plásticas. Además se realizaron fotografías con acercamiento tanto en los fotocuadrantes como a las esponjas muestreadas, para facilitar posterior identificación de especies. Luego en el laboratorio húmedo de Base Yelcho cada muestra fue fotografiada y traspasada a frascos plásticos rotulados de 250 mL, siendo fijadas en alcohol 95%.

Además de los sitios en que se realizaron transectas, se establecieron otros sitios a 10 m de profundidad, correspondientes a PY6, PY7 y PY8, en los que sólo se realizó colecta de esponjas para su posterior identificación (Fig. 7; Tabla 1) para ampliar la base de datos de esponjas de la zona, siguiendo los procedimientos antes descritos.



Figura 2. Equipo de buceo durante realización de muestreos en Bahía Sur. De izquierda a derecha: Eduardo Da Forno, Enzo Capurro (Patrón de Nave), César Cárdenas y Federico Ressia.

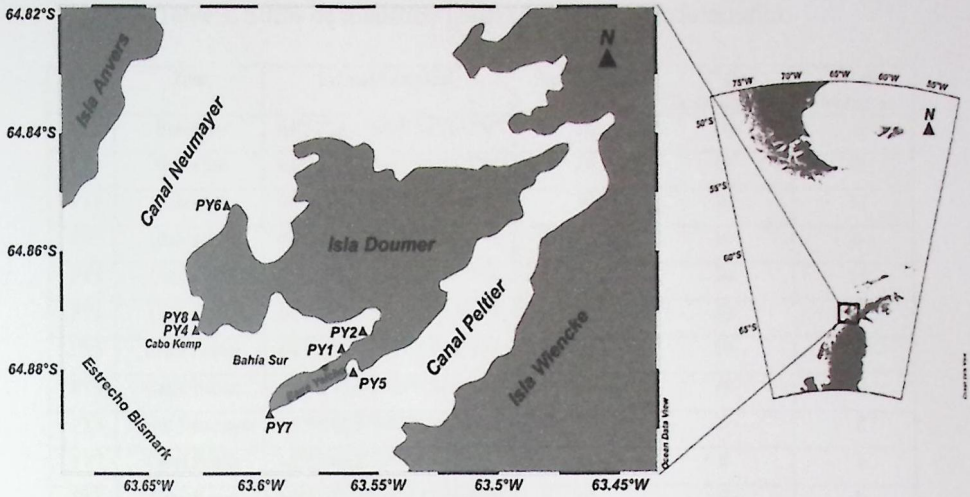


Figura 3. Mapa con los sitios de muestreo alrededor de Bahía Sur, Isla Doumer, Archipiélago Palmer en la Península Antártica. Escala de referencia; barra negra ≈1,2 Km. Las distancias entre transectas a 10 y 20 m en un mismo sitio no son apreciables (<15 m aproximadamente).

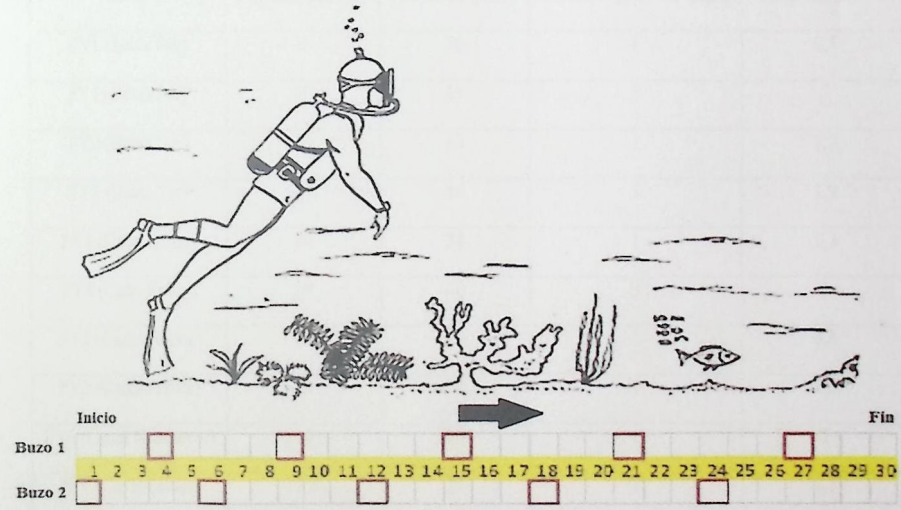


Figura 4. Esquema de disposición de cuadrantes muestreados a lo largo de transectas de 30 m de largo a 10 y 20 m de profundidad en el área de estudio. Cada cuadrante muestreado es demarcado en rojo. Imagen modificada de "Curso de Buceo Deportivo, Imperio Juniors".

Tabla 1. Sitios de muestreo realizados en el área de estudio.

Sitio	Zona	Latitud/Longitud	Profundidad (m)	N° de Fotocuadrantes	N° de Muestras
PY1	Bahía Sur	64°52'28,1"S/63°34'36,0"W	10	10	6
PY1	Bahía Sur	64°52'27,0"S/63°34'34,5"W	20	10	9
PY2	Bahía Sur	64°52'16,4"S/63°33'51,6"W	10	10	17
PY2	Bahía Sur	64°52'15,3"S/63°33'52,5"W	20	10	4
PY4	Cabo Kemp	64°51'58,6"S/63°37'46,7"W	10	10	13
PY4	Cabo Kemp	64°51'57,7"S/63°37'52,8"W	20	10	7
PY5	Canal Peltier	64°52'35,8"S/63°33'45,6"W	10	10	0
PY5	Canal Peltier	64°52'35,9"S/63°33'41,9"W	20	10	6
PY6	Canal Neumayer	64°50'42,3"S/63°36'45,4"W	10	0	2
PY7	Canal Peltier	64°52'46,3"S/63°35'48,7"W	10	0	3
PY8	Cabo Kemp	64°51'52,3"S/63°37'46,0"W	10	0	1

Tabla 2. Bitácora de buceo de los muestreos realizados en el área de estudio.

Sitio	Profundidad (m)	Duración (min)	Parada seguridad (min)	Temperatura (°C)
PY1 (Bahía Sur)	10	30	1	0,5
PY1 (Bahía Sur)	20	35	3	2
PY2 (Bahía Sur)	10	33	1	1,2
PY2 (Bahía Sur)	20	44	3	1,9
PY4 (Cabo Kemp)	10	28	1	1,3
PY4 (Cabo Kemp)	20	40	3	1
PY5 (Canal Peltier)	10	26	1	0,8
PY5 (Canal Peltier)	20	31	1	1,7
PY6 (Canal Neumayer)	10	25	1	2
PY7 (Canal Peltier)	10 m	27	1	1,7
PY8 (Cabo Kemp)	10 m	25	1	2

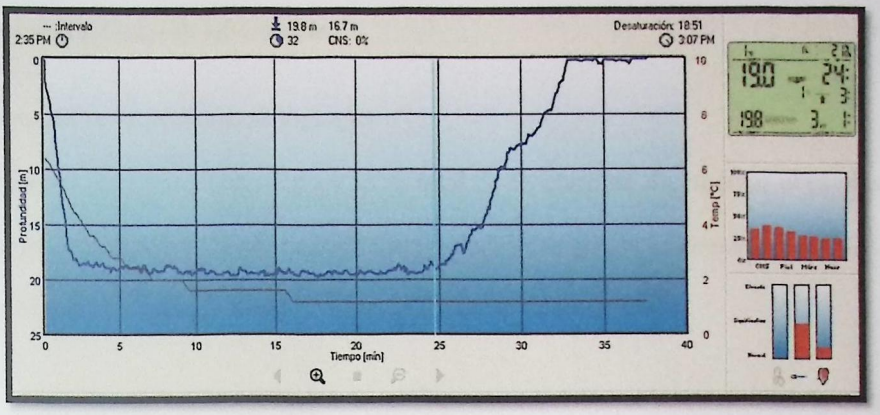


Figura 5. Perfil de inmersión realizada en Bahía Sur a 20 m de profundidad. Registro mediante computador AWATEC Smart Pro.

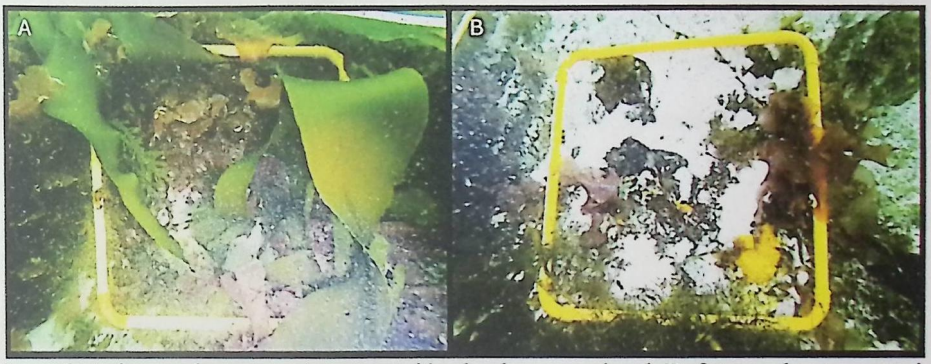


Figura 6. A, fotocuadrante previo a remoción de algas con dosel. B, fotocuadrante posterior a remoción de algas con dosel en el área de estudio.

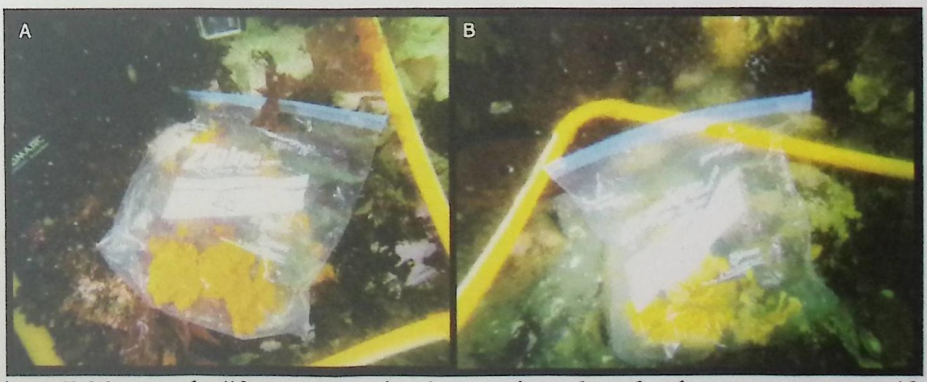


Figura 7. Muestras de diferentes especies de esponjas colectadas durante transectas a 10 m en el área de estudio.

Trabajo taxonómico de laboratorio

Preparación de las muestras de esponjas

Se realizaron los análisis taxonómicos de un total de 68 muestras de esponjas obtenidas en la campaña de muestreo. Estos análisis fueron realizados en los laboratorios de INACH, Punta Arenas.

Para los análisis taxonómicos se analizaron caracteres externos e internos, según protocolos específicos descritos por Hajdu *et al.* (2011) y se creó una ficha de descripciones, siguiendo recomendaciones de Boury-Esnault & Rützler (1997). La clasificación utilizada es la propuesta por Hooper & van Soest (2002). Los caracteres externos utilizados son forma, superficie, color, textura y consistencia, mientras que los caracteres internos son esqueleto y espículas.

Caracteres externos

Para obtener los caracteres externos se utilizaron fotografías de terreno a fin de registrar el color en vida y la forma principal previo a la fijación. El color de las muestras fijadas también fue registrado. A fin de observar las estructuras sobre la superficie de las esponjas se utilizó una lupa OLYMPUS SZ61. Otros caracteres como consistencia y textura fueron descritos mediante observación directa.

Caracteres internos

Muestras de esqueleto: Se realizaron dos tipos de cortes a las muestras, con un espesor que varió entre 0,5-1 mm. Un corte fue perpendicular y otro horizontal a la superficie de las muestras. Los cortes perpendiculares, poseen parte de ectosoma (capa externa) y coanosoma (región interna). Para los cortes horizontales a la superficie sólo se extrajo parte del ectosoma. Los cortes fueron realizados mediante bisturí y se extrajo entre uno y dos cortes dependiendo del tamaño de la muestra (Fig. 7). Posteriormente estos fueron dispuestos en portaobjetos rotulados, secados sobre una placa calentadora (WiseStir®, modelo MSH-20A) a 50-60°C, luego cubiertos por resina (bálsamo de Canadá sintético, marca VETEC) y cubreobjeto. Todos los portaobjetos montados fueron colocados dentro de una estufa (BINDER) a 60°C y mantenidos entre 5-7 días para su secado.

Muestras de espículas: Se extrajo una pequeña cantidad del ectosoma y coanosoma de cada muestra y se colocaron sobre portaobjetos rotulados. Posteriormente, para la obtención y fijación de espículas, se vertió entre 3-10 gotas de ácido nítrico HNO_3, a una concentración de 65% para disolver la materia orgánica, acelerando el proceso mediante la exposición a calor a través del uso de mechero. El proceso fue llevado a cabo en campana con ventilador para extraer gases del ácido. Cada muestra recibió un cubreobjetos sobre sus espículas disociadas. El exceso de ácido y material orgánico fueron eliminados mediante lavados de alcohol 95%, vertido mediante pipeta y secado con papel absorbente. El alcohol fue vertido en un extremo del portaobjeto y extraído por el otro, repitiendo el proceso un par de veces.

Esponjas sin espículas: Para el caso de esponjas que poseen sólo esqueleto de fibras de espongina y no cuentan de una estructura firme de espículas, se utilizó una solución de cloro doméstico (4%) y agua destilada (½ NaClO y ½ H_2O), para disolver la espongina dispersa (no concentrada en fibras) y obtener sólo fibras para su análisis.

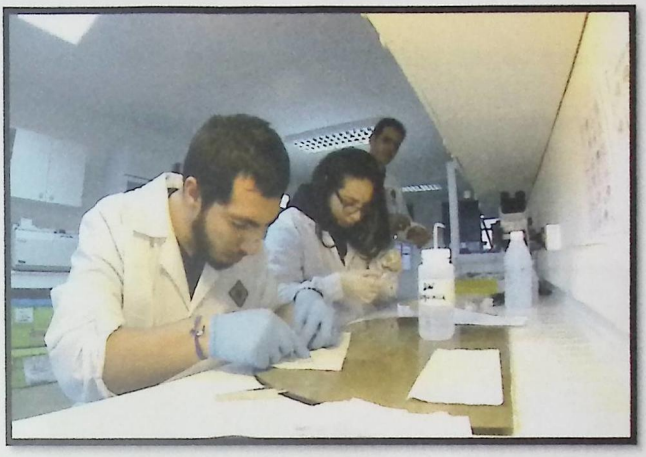


Figura 8. Preparación de muestras de esponjas colectadas en el área de estudio. De izquierda a derecha: Diego Bravo, Leslie Novoa y Dr. Julio Fernandez, especialista en taxonomía de esponjas. Laboratorio de INACH.

Análisis e identificación taxonómica

La observación se realizó mediante microscopio óptico ZEISS AXIOSKOP 40 (microscopio trinocular), analizando estructura de coanosoma y ectosoma, además del tipo y tamaño de espículas presentes en cada muestra (Fig. 8). Las mediciones fueron realizadas mediante uso de fotografías capturadas a través de la cámara Canon PowerShot A620, conectada al mismo microscopio, usando el software AxioVision release 4.6 (12-2006) calibrado para uso de objetivo 20x.

La clasificación de las muestras se realizó comparando los caracteres externos y las estructuras internas con literatura clásica y actual obtenida a partir de la plataforma World Porifera Database (*http://www.marinespecies.org/porifera/*), utilizando como referencia el rango de distribución de las especies de esponjas y comparando los caracteres taxonómicos. A partir de estos resultados también se obtuvo la frecuencia de cada especie en relación al número total de muestras analizadas del área de estudio. El proceso de los análisis taxonómicos fue supervisado por el Dr. Julio Fernandez, científico brasileño experto en taxonomía de esponjas.



Figura 9. Análisis microscópicos en laboratorios de INACH.

Análisis de patrones de distribución

Fotocuadrantes, software y código de especies

El análisis de fotocuadrantes fue realizado mediante el software CPCe (Coral Point Count with Excel extensions) versión 3.5, el cual ha sido ampliamente utilizado en estudios de

comunidades bentónicas de diversas latitudes (Francini-Filho *et al.* 2008; Bauman *et al.* 2010; Knudby *et al.* 2010; Cárdenas *et al.* 2012, 2016a). Es un programa básico y visual que permite calcular estadísticamente de un modo rápido y eficiente los porcentajes de cobertura en un área específica, utilizando el método de conteo de puntos distribuidos al azar, situando una matriz de puntos sobre el fotocuadrante, facilitando la identificación los organismos o sustrato que yace bajo cada uno, generando como resultado un archivo que permite estimar abundancias en las comunidades bentónicas.

Para la identificación se creó un código de especies (archivo ASCII) basándose en los pasos descritos por Kohler & Gill (2006). En el archivo se crearon grupos principales de organismos (ej: esponjas, algas pardas, rojas y verdes) y de tipo de sustrato (ej. roca, grava y sedimento blando), diferenciados por un color asignado (Fig. 10). Otros grupos taxonómicos (sésiles) no utilizados, se designaron en la categoría "OTOR".

Cálculo de abundancia por medio de imágenes submarinas

Se realizaron análisis de cobertura en todos los cuadrantes para estimar abundancia de organismos sésiles, algas del subdosel y tipo de sustrato dominante. Para cada análisis se utilizó una grilla de 100 puntos distribuidos uniformemente sobre el cuadrante para determinar el porcentaje de cobertura de cada componente observado (Fig. 10). El número de puntos por grilla fue establecido en base a la literatura (Pech *et al.* 2004; Pérez-Matus *et al.* 2007; Cárdenas *et al.* 2012; Cárdenas & Montiel 2015; Sahade *et al.* 2015; Cárdenas *et*

al. 2016a), y fue escogido ya que permite caracterizar con exactitud este tipo de comunidades en la zona de estudio, en base al área de muestreo (cuadrante) utilizada.

Los cuadrantes se analizaron punto por punto, asignando grupo y especie correspondiente que estuviese presente bajo cada punto, completando cada cuadrante con un 100% de cobertura distribuida entre diferentes organismos y/o sustrato.

Para identificar con mayor certeza las especies de esponjas en los fotocuadrantes, se utilizó el registro fotográfico de las muestras de esponjas colectadas e identificadas mediante los análisis taxonómicos. Siguiendo el mismo objetivo, también se utilizó literatura sobre la biodiversidad de organismos bentónicos alrededor de la Península Antártica (Cárdenas *et al.* 2016a; Barnes 2007; Schories & Kohlberg 2016).

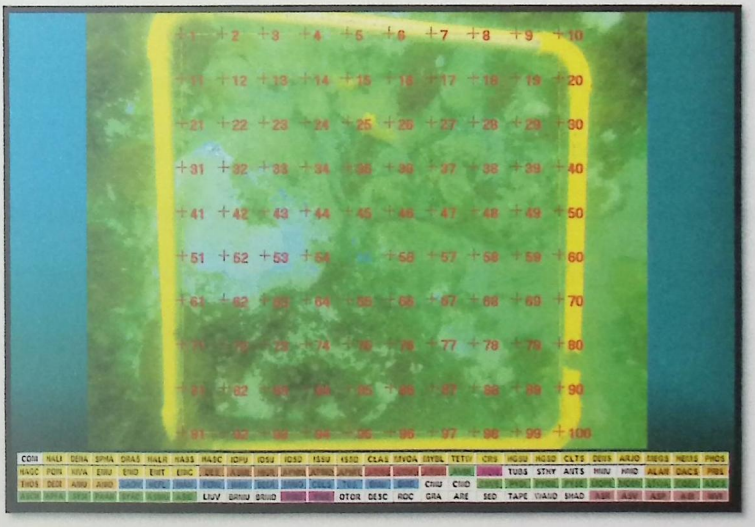


Figura 10. Análisis de fotocuadrante mediante uso del software CPCe (Coral Point Count with Excel extensions, versión 3.5). En la zona inferior se observa panel con serie de grupos de organismos diferenciados por color y sus respectivas especies, en base al código de especies diseñado para este estudio.

En los análisis sólo se consideró la presencia de animales sésiles epibentónicos. En el caso de las macroalgas, sólo fue considerada su cobertura ante la observación de discos de fijación.

Análisis multivariados

Una vez obtenidos los resultados a partir del análisis de fotocuadrantes, se procedió a analizar estadísticamente los datos obtenidos en los siguientes niveles ecológicos: Abundancia comunitaria, para determinar la contribución del ensamble de esponjas en la comunidad epibentónica; y análisis del ensamble de esponjas, evaluando su riqueza específica y abundancia para determinar patrones de distribución entre sitios y profundidades.

Para los análisis antes mencionados (en los diferentes niveles), sólo se trabajó con datos a nivel de cuadrante. Los datos de cobertura fueron transformados mediante raíz cuadrada para reducir el ruido generado por estos y de esta forma lograr ver patrones de distribución y abundancia. Todos los análisis multivariados fueron realizados mediante el uso del software estadístico PRIMER 7 (Clarke & Gorley 2006, 2015; Clarke *et al.* 2014).

Comunidad bentónica

A partir de los datos obtenidos del análisis de fotocuadrantes, se realizó la descripción del porcentaje de contribución del ensamble de esponjas a la comunidad epibentónica en

términos de abundancia y biodiversidad en un contexto comunitario global en el área de estudio.

Ensamble de esponjas

Riqueza de especies

En primer lugar se comparó la riqueza de especies de esponjas a nivel de isla, sitios y profundidades de muestreo a través de la riqueza observada de especies de esponjas (S_{obs}) y la riqueza de especies estimada, calculada por el estimador no paramétrico *Chao2*, donde *Chao*2 = $S_{obs} + (Q_1)^2/2(Q_2)$, S_{obs} es el número de especies observado en total del conjunto de datos, Q_1 es el número de especies encontrado en sólo una muestra y Q_2, el encontrado en dos muestras. *Chao*2 provee un estimador robusto de la riqueza de especies verdadera incluso para un bajo número de muestras (Gotelli & Colwell 2010). Los cálculos de la riqueza estimada de especies fueron realizados mediante el software de ecología de comunidades EstimateS v9.1 (Colwell 2013). Junto a lo anterior se analizó la variación de la riqueza de especies observada entre sitios y profundidades de muestreo, testeada mediante Análisis de Permutaciones de la Varianza (PERMANOVA), utilizando para éste análisis el índice de Similitud de Bray Curtis y 9999 permutaciones (Anderson *et al.* 2008).

Abundancia de esponjas

Se realizaron test SIMPER, para determinar el grado de similitud del ensamble de esponjas en términos de cobertura entre los sitios de muestreo y entre ambas profundidades muestreadas.

A partir de un análisis de similitud usando el índice de Bray-Curtis, se realizó un análisis de Escalamiento Multidimensional (nMDS) utilizando la cobertura de las especies más abundantes. Los análisis fueron realizados a nivel de cuadrante para observar patrones de distribución y abundancia del ensamble de esponjas en el área de estudio.

Junto a lo anterior, se efectuaron análisis PERMANOVA, para examinar la variación espacial en distribución y abundancia del ensamble de esponjas con las variables sitio, profundidad y tipo de sustrato.

RESULTADOS

Identificación taxonómica

De un total de 68 muestras de esponjas provenientes del área de estudio, se identificaron 16 especies de esponjas, todas pertenecientes a la clase Demospongiae, distribuidas en 6 órdenes, 11 familias y 11 géneros. El orden Poecilosclerida presentó el mayor número de especies (9), pertenecientes a los géneros *Clathria*, *Iophon*, *Isodictya*, *Mycale*, *Myxilla* y *Tedania*. Los géneros *Iophon* y *Haliclona* presentaron el mayor número de especies (3), luego *Isodictya* (2). Las especies de mayor frecuencia, fueron *Hymeniacidon* sp. (13 muestras), *Haliclona* (*Soestella*) sp. (10 muestras) y *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* (9 muestras). Se destaca que entre las especies identificadas existen 5 probables nuevas especies de esponjas, cuatro de ellas corresponden a *Clathria* (*Axosuberites*) sp., *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., *Isodictya* sp. 1 y 2 las cuales se diferenciaron de otras posibles descritas para Antártica, por presentar distintos tipos y tamaños de espículas, y una quinta, *Halisarca* sp. la cual presentó diferente coloración, sin embargo este género requiere análisis enfocados en cámaras coanocíticas para determinar con certeza la especie. A continuación se presentan las descripciones taxonómicas de cada una de las especies identificadas:

Clase: Demospongiae
Orden: Chondrillida
Familia: Halisarcidae
Género: *Halisarca* (Johnston, 1842)
(Fig. 11)

***Halisarca* sp.**

Muestras: P120-9(10a).

Profundidad: 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva aplanada. Superficie lisa. Textura de goma y consistencia bastante compresible. En vida el color es amarillo; fijada es púrpura.

Sección transversal. Compuesto densamente por espongina dispersa, cámaras coanocíticas elongadas. Próximo a toda la superficie se encuentran esferas de color rojo oscuro.

Consideraciones taxonómicas: Existen 23 especies descritas para el género *Halisarca* Johnson, 1842 (van Soest 2010a; Willenz *et al.* 2016). De estas sólo una está ubicada geográficamente cerca de Antártica, *H. magellanica* Topsent, 1901 para Tierra del Fuego (Thiele 1905). Esta última especie se distingue de la muestra analizada en el presente estudio por tener un color púrpura en vida y color gris en alcohol (Thiele 1905). El material analizado tiene un color amarillo en vida y púrpura en alcohol. Así se trata de una probable nueva especie, pero es necesaria una investigación histológica, ya que *Halisarca* no tiene espículas, y su taxonomía se basa en el patrón de cámaras coanocíticas.

Material examinado: Esponja analizada poseía foraminíferos asociados.

Distribución geográfica: El género *Halisarca* presenta distribución cosmopolita, algunas especies habitan en torno a Australia (ej. *H. australiensis*), Golfo de México (*H. purpura*) o el Océano Atlántico Norte (*H. nahantensis*). La única especie registrada para Antártica es *H. magellanica*, la cual habita en el Mar de Ross, canales y fiordos del sur de Chile, plataforma continental de Uruguay-Buenos Aires y en las Islas Falklands (Boury-Esnault & van Soest 2016).

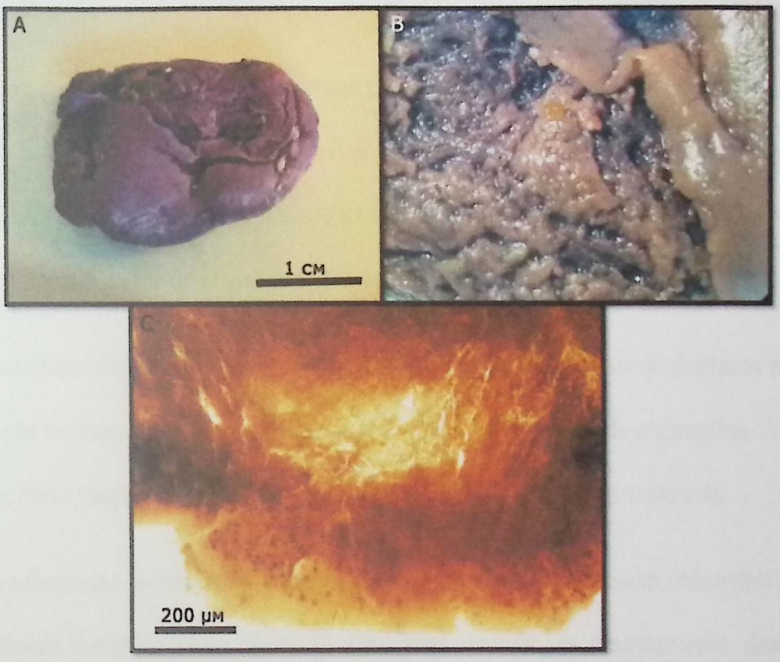


Figura 11. *Halisarca* sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, fotografía de superficie de esponja mediante lupa; C, fotografía de sección transversal observada mediante microscopio óptico.

Clase: Demospongiae
Orden: Dendroceratida
Familia: Darwinellidae
Género: *Dendrilla* (Lendenfeld, 1883)
(Fig. 12; Anexo 1)

***Dendrilla antarctica* (Topsent, 1905)**

Muestras: P120-4(7), P120-(17), P520-12(17), P520-15(9b), P3-3.

Profundidad: 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva y diferentes puntos de unión a sustrato. Superficie conulosa, ectosoma no se diferencia de coanosoma. Ósculos observados sólo en muestra P120-(17) y P520-12(17). Textura muy áspera y consistencia bastante compresible y blanda. En vida el color es amarillo brillante; fijada es púrpura.

Esqueleto: Dendrítico compuesto de fibras de espongina que surgen de distintos puntos de contacto con sustrato, donde se puede encontrar una base delgada de espongina. Al llegar a ectosoma, fibras traspasan superficie quedando expuestas. No posee espículas.

Consideraciones taxonómicas: La especie *Dendrilla antarctica* tiene diferentes registros para Península Antártica (van Soest 2010b). Esta especie es ampliamente descrita por Desqueyroux-Faúndez (1989), quien también analiza material colectado en Bahía Sur, Isla Doumer, Archipiélago Palmer, Península Antártica.

Distribución geográfica: Es una especie descrita para la Península Antártica, Islas Orcadas del Sur y para las Islas Booth y Wiencke (van Soest 2010b).

Material examinado: Muestra P520-12(17) se encontró asociada con alga roja.

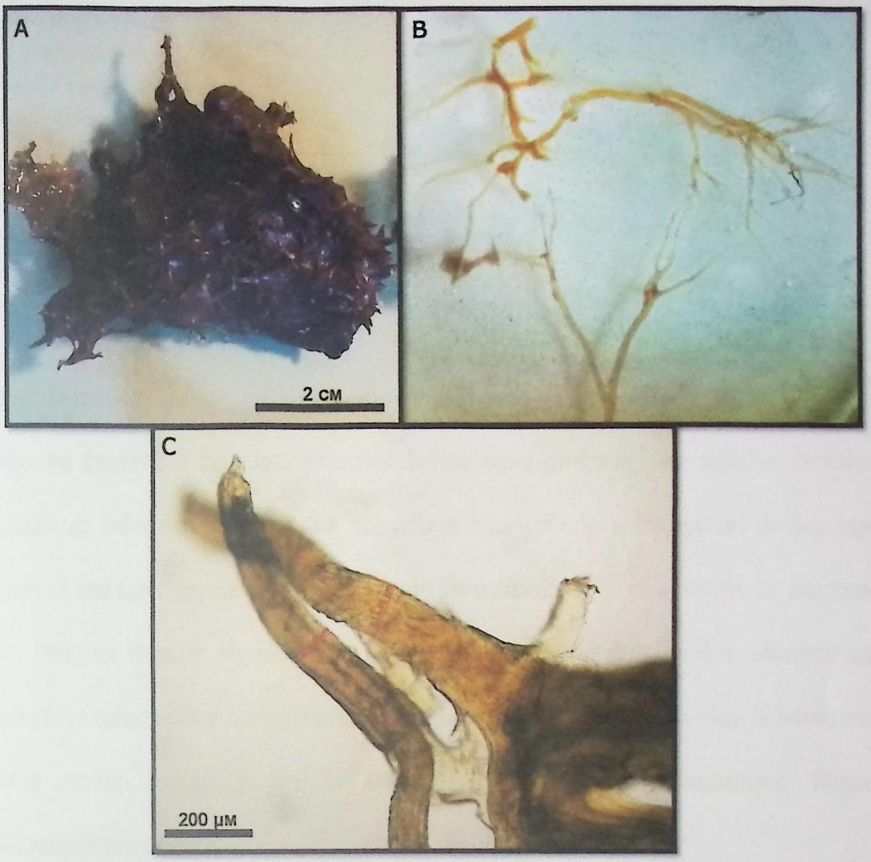


Figura 12. *Dendrilla antarctica*. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, fibras de espongina extraídas de muestras; C, fotografía de fibras delgadas de espongina mediante microscopio óptico (ancho 103,55-115,55 µm).

Clase: Demospongiae
Orden: Hadromerida
Familia: Polymastiidae
Género: *Sphaerotylus* (Topsent, 1898)
(Fig. 13-15; Anexo 2)

***Sphaerotylus antarcticus* (Kirkpatrick, 1907)**

Muestras: P520-15(9a).

Profundidad: 20 m

Descripción general: Fragmento presenta forma semi-globular con papilas distribuidas aleatoriamente sobre la superficie. La superficie muy peluda a excepción de las papilas; ectosoma es una capa gruesa que se diferencia de coanosoma y se encuentran fuertemente unidos. Presenta ósculos simples rodeados de espículas y distribuidos aleatoriamente. Textura suave como pelo y consistencia poco compresible y firme. En vida la superficie es de color marrón oscuro y papilas naranjas, al igual que coanosoma; fijada es completamente amarillenta.

Esqueleto: Coanosomal, radial, compuesto por bandas de estilos largos y gruesos. Próximo a la superficie existe una zona cortical compuesta por distintos tipos de estilos. La región inferior de la zona cortical presenta estilos tangenciales a la superficie, arriba de los últimos hay estilos de menor tamaño creando un cerco perpendicular a la superficie, y por último, se observan exostilostilos proyectándose arriba de la superficie. Por todo el coanosoma se puede observar tilostilos pequeños aleatorios o en paquetes. Las papilas tienen una estructura similar al esqueleto principal, pero no presentan en zona cortical, la capa de tilostilos tangenciales ni tampoco exostilostilos.

Espículas: Megascleras. Estilos I (exostilos o esferoestilos), rectos y lisos, con la base hinchada. Estilos II (de las bandas principales), rectos, lisos y ligeramente fusiformes, con la base más delgada que el ancho principal. Estilos III (tangencial y ectosomales), semejantes a estilo II, pero de menor tamaño. Estilos IV (tilostilos; haciendo cerco cortical aleatoriamente en coanosoma), fusiformes y ligeramente curvados, con base hinchada.

Consideraciones taxonómicas: Son conocidas 11 especies de *Sphaerotylus*, siendo 4 descritas para Antártica (van Soest 2008a). *Sphaerotylus antarcticus* ha sido encontrada alrededor de todo el continente antártico, con registro original para el Mar de Ross por Kirkpatrick (1907). Además, puede encontrarse una descripción completa de la especie para la Península Antártica (Isla Doumer y otras localidades) en Desqueyroux-Faúndez (1989). Esta especie también ha sido analizada filogenéticamente por Vargas *et al.* (2015).

Distribución geográfica: Se distribuye alrededor del continente antártico, con diferentes reportes en Península Antártica, Tierra de Enderby Antártica Oriental, Tierra de Wilkes Antártica Oriental y también en las Islas Georgias del Sur (van Soest 2008a).

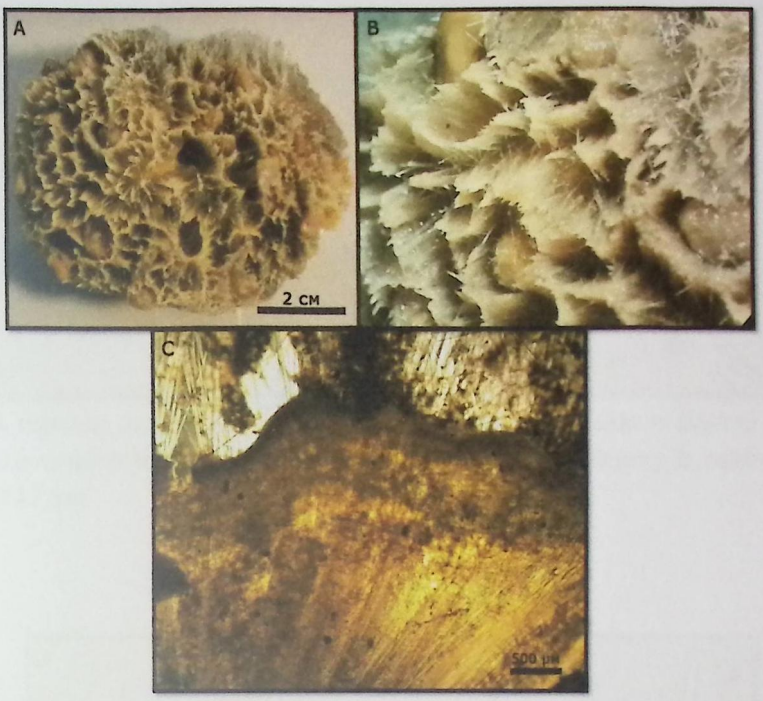


Figura 13. *Sphaerotylus antarcticus*. A, muestra fijada en alcohol, extraída de Isla Doumer; B, fotografía de superficie ectosomal, donde se puede observar la disposición de espículas; C, fotografía de esqueleto (muestra en corte perpendicular a la superficie), donde se puede observar ectosoma (banda horizontal y zona superior) y coanosoma (bajo la banda horizontal).

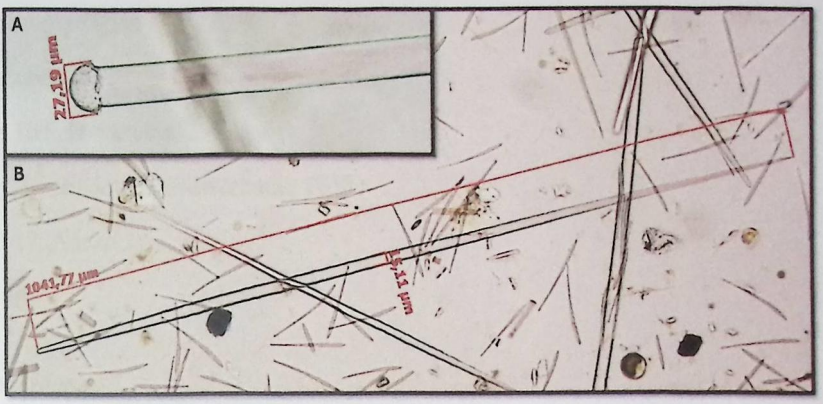


Figura 14. Espículas de *Sphaerotylus antarcticus*. A, estilo tipo I (sólo se observa una parte, ya que no se visualiza la espícula completa, alcanzan cerca de 4000 µm); B, estilo tipo II (ancho 15,11 µm).

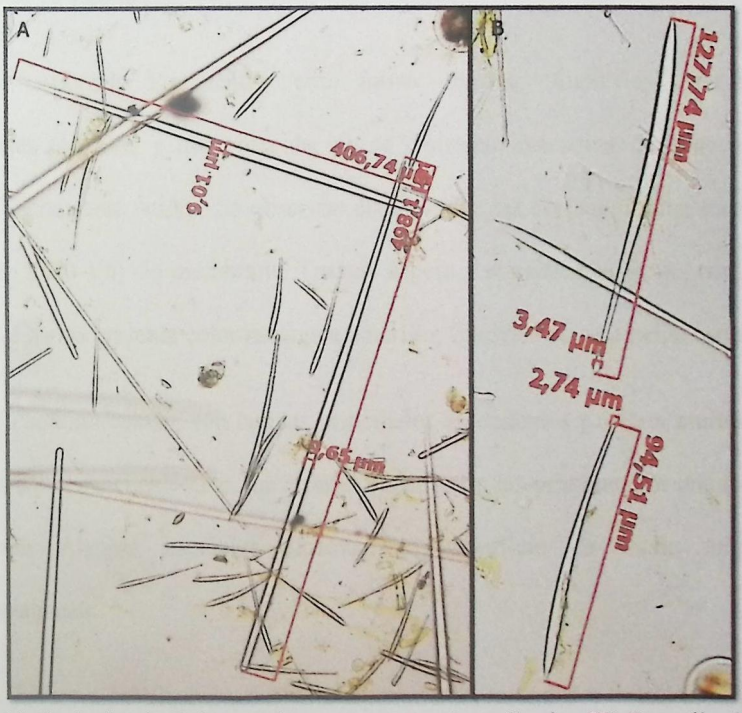


Figura 15. Espículas de *Sphaerotylus antarcticus*. A, estilo tipo III; B, estilo tipo IV.

Clase: Demospongiae

Orden: Suberitida

Familia: Halichondriidae

Género: *Hymeniacidon* (Bowerbank, 1858)

(Fig. 16-17; Anexo 3).

***Hymeniacidon* sp.**

Muestras: P110-15(3a), P110-27(4b), P120-(13b), P120-(19), P210-15(10c), P410-15(9), P420-4(6), P420-(12), P420-(13), P420-21(14), P4-A2, P4-A13, P4-C4.

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmentos con forma masiva. Superficie irregular, con protuberancias pequeñas y microhíspida, no se distingue ectosoma de coanosoma y se encuentran fuertemente unidos. Se observan ósculos simples con membrana sólo en P210-15(10c) y en P420-4(6) sin membrana. Textura áspera y consistencia firme, compresible y quebradiza. En vida presenta color naranja a amarillo; fijada es beige a beige oscuro.

Esqueleto: Plumoreticulado, con bandas principales ascendentes pauci- a multiespicular y secundarias uni- a pauci espicular, las últimas conectando las primeras por una distancia de una espícula. Algunas espículas alcanzan la superficie de modo tangencial a paratangencialmente.

Espículas: Estilos a subtilostilos, rectos a ligeramente curvados o sinuosos, ligeramente fusiformes, lisos y con una punta acerada a hastada.

Consideraciones taxonómicas: Existen 54 especies conocidas de *Hymeniacidon*, geográficamente sólo 4 se encuentran en Antártica (van Soest 2015), *H. torquata* (Topsent, 1916), *H. centrotyla* (Hentschel, 1914), *H. insutus* (Koltun, 1964), *H. rubiginosa* (Thiele, 1905). El material analizado presenta forma masiva, un color en vida entre naranjo a amarillo y fijada beige a beige oscuro, estilos que miden entre 255-400 / 6-12 µm (largo y ancho). Se diferencia de *H. torquata*, *H. centrotyla* y *H. insutus*, ya que estas presentan estilos de mayor tamaño que alcanzan 57 / 12 mm; 648 / 7,5 µm y 1500 / 50 µm respectivamente, además presentan otros colores en vida. Posiblemente se trata de *H. rubiginosa* (Thiele, 1905), ya que el material coincide respecto al color en vida y el tamaño de los estilos de esta especie (340 / 7 µm); sin embargo, es necesario realizar mayores análisis para confirmar.

Material examinado: Muestra P410-15(9) en asociación con alga color verde (color fijado, pero roja en foto de terreno) y con briozoos sobre alga. Muestra P420-(12) presenta alga verde (color fijado). P420(13) se encuentra incrustada sobre una especie de alga (parda tal vez) y presenta alga de color roja (color fijado), además de briozoos. Muestra P4-A2 asociada con alga de color verde (color fijado). Muestra P4-A13 asociada con alga verde (color fijado).

Distribución geográfica: Es un género cosmopolita. Las especies del género que habitan en aguas antárticas, han sido descritas para la Península Antártica (*H. torquata*), Tierra de Wilkes Antártica Oriental (*H. centrotyla*), Islas Shetland del Sur (*H. insutus*) y para las Islas Georgias del Sur y también Tierra de Wilkes (*H. rubiginosa*) (van Soest 2015).

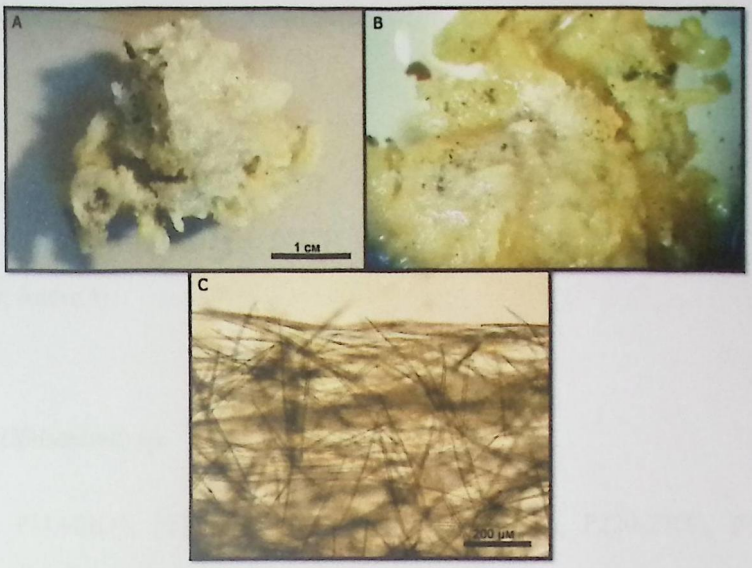


Figura 16. *Hymeniacidon* sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), donde se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

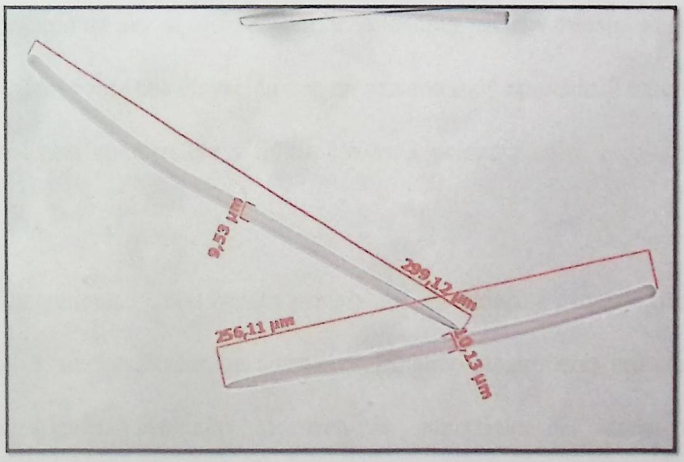


Figura 17. Espículas de *Hymeniacidon* sp. Fotografía de estilos.

Clase: Demospongiae

Orden: Haplosclerida

Familia: Chalinidae

Género: *Haliclona* (Grant, 1841)

Subgénero: *Rhizoniera* (Griessinger, 1971)

(Fig. 18-19; Anexo 4)

***Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.**

Muestras: P110-21(1), P210-4(7c), P210-9(6), P210-27(8a), P220-27(8), P410-4(10), P420-9(8), P4-T2.

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmentos con forma masiva. Superficie regular y microhíspida, ectosoma y coanosoma no se diferencian; coanosoma es cavernoso. Presenta ósculos simples o contraídos sobre una elevación con membrana muy apretada. Textura ligeramente áspera y consistencia compresible y frágil. En vida presenta color rojo; fijada es beige amarillento.

Esqueleto: Plumoreticulado, con bandas principales ascendentes pauci- a multiespicular y secundarias uni- a pauci espicular, las últimas conectando las primeras por una distancia de una espícula. Algunas espículas alcanzan la superficie de modo tangencial a paratangencialmente.

Espículas: Oxeas ligeramente curvadas a ligeramente sinulosas, lisas y con ambas puntas aceradas. Formas juveniles, delgadas, con mismo largo o más cortas. Algunas formas de estilos fueron observados pero son poco frecuentes.

Consideraciones taxonómicas: Se conocen 18 especies de *Haliclona* (*Rizhoniera*), siendo descrita sólo una para Antártica, *H.* (*R.*) *dancoi* (Topsent, 1913), (van Soest 2010c). Esta última especie es descrita también por Gocke & Janussen (2013: 89; Fig. 23), quienes describen un espécimen de color blanquecino y oxeas muy grandes (610-820 µm x 15-29 µm), en tanto Topsent (1901) describe el material tipo de *H.* (*R.*) *dancoi* con oxeas de menor tamaño (615-630 µm x 18-20 µm) y color blanquecino a beige en alcohol y en vida. El material estudiado tiene oxeas con tamaño entre 329-460 µm x 9-16 µm, menores a las descritas por Topsent, además se diferencian por su color rojo. De este modo esta especie es probablemente nueva.

Distribución geográfica: Es un género y subgénero cosmopolita, con especies en el Mar Mediterráneo (*H.* (*R.*) *sarai*; *H.* (*R.*) *rhizophora*), Pacífico Norte (*H.* (*R*) *rufescens*), entre otroas áreas. La especie que habita aguas antárticas, *H.* (*Rhizoniera*) *dancoi*, ha sido reportada en la Península Antártica, Tierra de Wilkes Antártica Oriental, Islas Orcadas del Sur, Mar de Weddell, Ross y de Bellinghausen (van Soest 2010c).

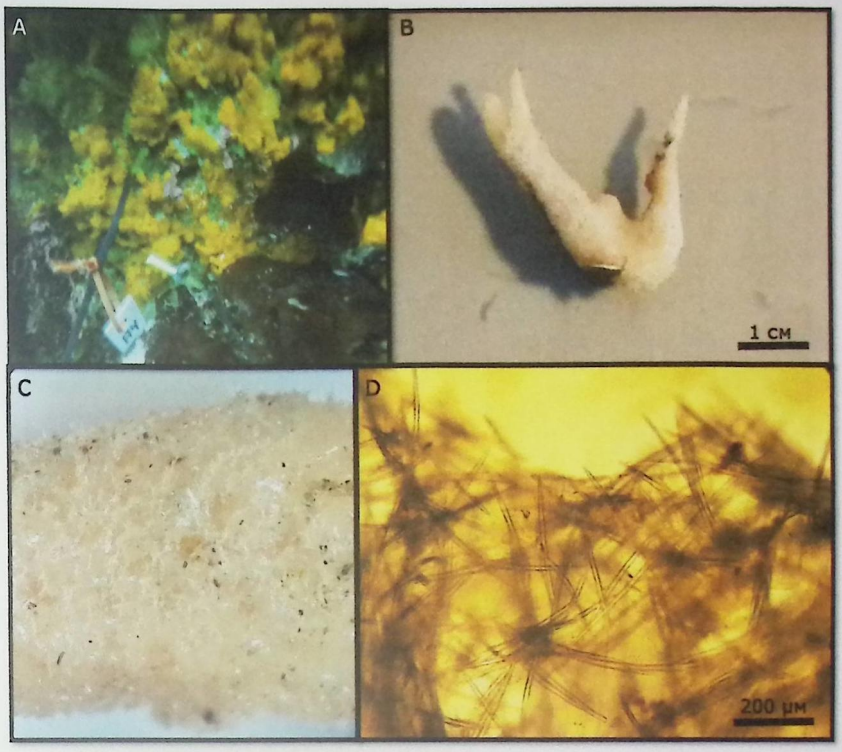


Figura 18. *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

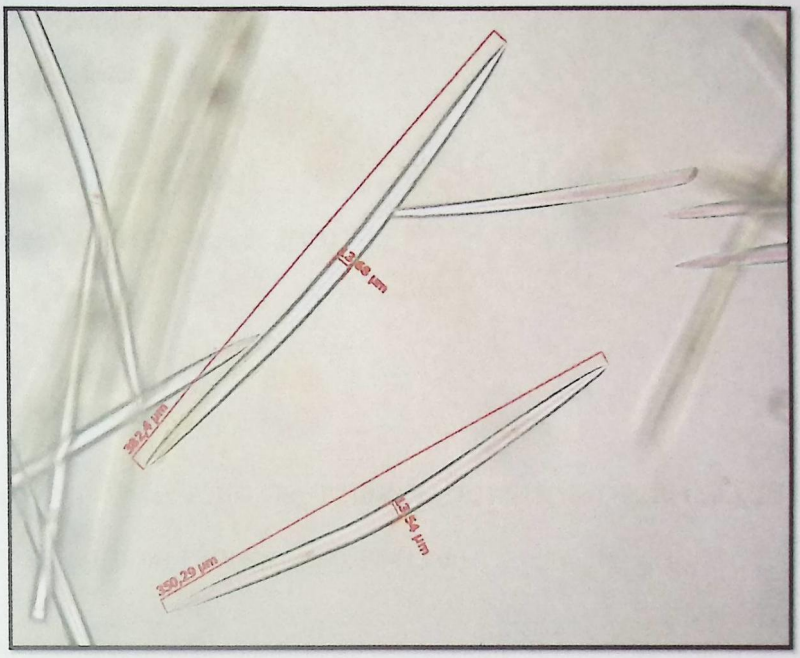


Figura 19. Espículas de *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. Fotografía de oxeas.

Clase: Demospongiae

Orden: Haplosclerida

Familia: Chalinidae

Género: *Haliclona* (Grant, 1841)

Subgénero: *Soestella* (De Weerdt, 2000)

(Fig. 20-21; Anexo 5)

***Haliclona* (*Soestella*) sp.**

Muestras: P110-27(4a), P210-4(7a), P210-4(7b), P210-15(10a), P210 (c.a.), P410-6(18), P410-21(3), P6-1(10 m), P7-3(esponja 1), P8-(13 m).

Profundidad: 10 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva con presencia de un tubo. Superficie regular y microconulosa, ectosoma no se diferencia de coanosoma, pero una membrana translúcida adherida fuertemente a coanosoma está presente. Presenta ósculos en zona apical de tubo, con una membrana oscular que la rodea. Textura áspera y consistencia compresible y frágil. En vida presenta color naranja claro a amarillo pálido; fijada es beige claro.

Esqueleto: Coanosoma presenta una reticulación fuertemente anisotrópica con bandas principales pauci- a multiespiculares, y bandas secundarias uni- a pauciespiculares, las últimas bandas conectando las primeras por una distancia de una espícula. Ectosoma presenta reticulación subisodictial de las mismas espículas presentes en coanosoma. Coanosoma es bastante cavernoso, espongina es abundante pero no en fibras.

Espículas: Megascleras. Oxeas, ligeramente curvadas al centro, lisas y con ambas extremidades con puntas, ligeramente mucronadas, cónicas, aceradas o arredondadas (formas estrongiloides).

Consideraciones taxonómicas: De las 22 especies de *Haliclona* (*Soestella*), sólo 3 especies habitan las regiones antárticas y subantárticas, estas son *H.* (*S.*) *auletta* (Thiele 1905), *H.* (*S.*) *chilensis* (Thiele 1905) ambas del sur de Chile y *H.* (*S.*) *crowtheri* Goodwin, Brewin & Brickle 2012 de Islas Georgias de Sur. El material analizado presentó forma masiva, color naranjo pálido a amarillo pálido, oxeas con extremos afilados y tamaños relativamente grandes (243,8-338,8 / 8,8-12,7). Se diferencia principalmente de *H.* (*S.*) *auletta* y *H.* (*S.*) *chilensis* debido a la forma (tubos desde la base, en ambas especies), forma y tamaño de oxeas (forma de cigarrillo, 150 / 11 en *H.* (*S.*) *auletta*, y oxeas con extremos desafilados, 165 / 10 en *H.* (*S.*) *chilensis*; ver descripción original para ambas especies en Thiele (1905).

Material examinado: Muestra P410-21(3) con hidrozoos.

Distribución geográfica: Es un género y subgénero cosmopolita. Algunas especies habitan en las aguas del Mar del Caribe (*H.* (*S.*) *piscaderaensis*; *H.* (*S.*) *walentinae*), Mar del Norte (*H.* (*S.*) *xena*), costa de Brasil (*H.* (*S.*) *brassica*). Las especies de mayor cercanía son *H.* (*S.*) *auletta* y *H.* (*S.*) *chilensis*, ambas en el sur de Chile, y *H.* (*S.*) *crowtheri*, reportada para las Islas Georgias del Sur (van Soest 2010d).

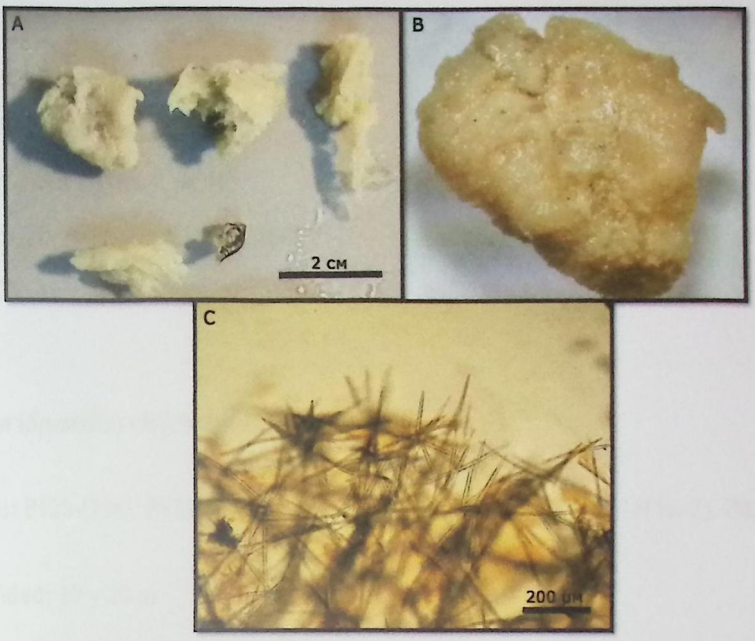


Figura 20. *Haliclona* (*Soestella*) sp. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

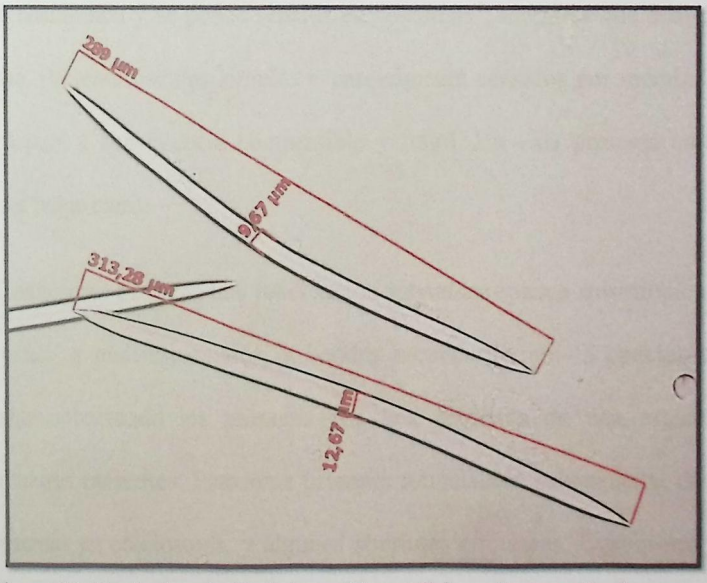


Figura 21. Espículas de *Haliclona* (*Soestella*) sp. Fotografía de oxeas.

Clase: Demospongiae

Orden: Haplosclerida

Familia: Chalinidae

Género: *Haliclona* (Grant, 1841)

Subgénero: *Soestella* (De Weerdt, 2000)

(Fig. 22-23; Anexo 6)

***Haliclona* (*Soestella*) *chilensis* (Thiele, 1905)**

Muestras: P120-(13a), P120-(20b), P210-27(8c), P220-21(9), P410-15(1a-2), P420-6(20).

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva y protuberancias que terminan en ósculos apicales, dando un aspecto ligeramente tubular. En superficie ectosoma se diferencia de coanosoma y se puede separar en "escamas", mientras que coanosoma es de tipo cavernoso. Presenta ósculos simples y parcialmente cerrados por membrana. Textura ligeramente áspera y consistencia compresible y frágil. En vida presenta color blanco a beige; fijada es beige claro.

Esqueleto: Coanosoma presenta una reticulación subanisotrópica a anisotrópica con bandas principales pauci- a multiespiculares, y bandas secundarias uni- a pauciespiculares, las últimas bandas conectando las primeras por una distancia de una espícula; grandes aberturas circulares presentes. Ectosoma presenta reticulación subisodictial de las mismas espículas presentes en coanosoma, y algunas aberturas circulares. Coanosoma es bastante cavernoso, espongina es abundante pero no en fibras, y microscleras dispersas.

Espículas: Megascleras. Oxeas, ligeramente curvadas al centro, lisas y con ambas extremidades con puntas, ligeramente mucronadas, cónicas, aceradas o arredondadas (formas estrongiloides).

Consideraciones taxonómicas: El material utilizado tiene las mismas características encontradas en la especie de *Haliclona* (*Soestella) chilensis* descrita por Campos *et al.* (2007) para Islas Shetland del Sur. Esta especie es descrita originalmente para la costa del sur de Chile por Thiele (1905).

Distribución geográfica: La especie ha sido descrita a lo largo de la costa chilena, Islas Falklands e Islas Shetland del Sur (Campos *et al.* 2007; van Soest 2008c).

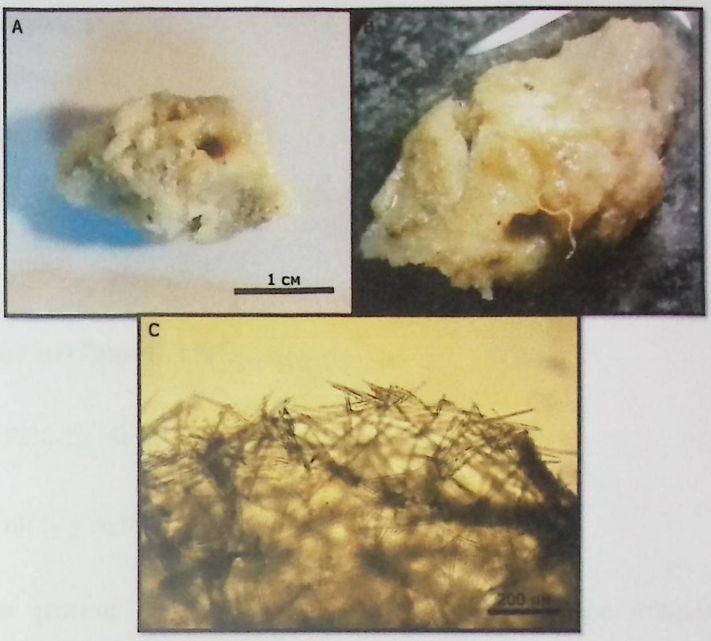


Figura 22. *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*. A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

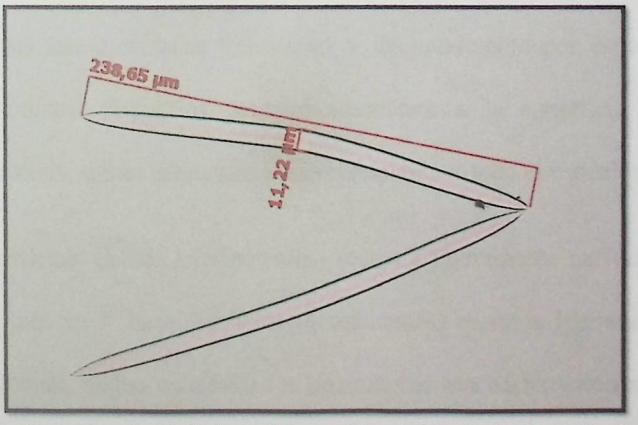


Figura 23. Espículas de *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*. Fotografía de oxeas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Acarnidae

Género: *Iophon* (Gray, 1867)

(Fig. 24-25; Anexo 7)

***Iophon unicorne* (Topsent, 1907)**

Muestras: P210-12(14b), P220-(17), P410-6(16), P410-18(21).

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva. Superficie irregular e híspida, ectosoma no se diferencia de coanosoma y se encuentran fuertemente unidos; ectosoma es delgado y translúcido. Presenta ósculos simples. Textura poco áspera y consistencia compresible. En vida presenta color naranja pálido; fijada café oscuro.

Esqueleto: reticulado, con bandas ascendentes compuestas por estilos principales. Las bandas ascendentes son conectadas transversal y diagonalmente por estilos principales. Ectosoma con tornotos dispuestos perpendicularmente a la superficie. Microscleras, anisoquelas y bipocilas, ambas dispuestas aleatoriamente por todo el esqueleto.

Espículas: Megascleras. Estilos I (principales) rectos a ligeramente curvados, robustos y lisos, con una espina en la base. Tornotos (ectosomales) rectos a ligeramente curvados, ligeramente fusiformes, ambas extremidades ligeramente hinchadas y con microespinas, a veces una espina puede desarrollar una espina de mayor tamaño en una de las extremidades; formas juveniles poseen las dos extremidades iguales. Microscleras.

Anisoquelas, palmadas, con espina en base. Biposilas, de menor tamaño que anisoquelas, con ambas extremidades con forma de garras.

Consideraciones taxonómicas: *Iophon unicorne* es ampliamente encontrada en torno a la Península Antártica y fue registrada y descrita por diferentes trabajos (van Soest 2016a). El material analizado tiene la misma característica descrita, por ejemplo por Goodwin *et al.* (2012) para Islas Georgias del Sur; y por Campos *et al.* (2007) para Islas Shetland del Sur.

Material examinado: Muestra P210-12(14b) presenta crustáceos. Muestra P220-(17) se encuentra incrustada en un alga roja (color sin fijar, verde al fijar), además presenta esqueletos de briozoos. Muestra P410-18(21) presenta alga roja (color fijada).

Distribución geográfica: *Iophon unicorne* ha sido reportada para la Península Antártica, Islas Georgias del Sur, Sandwich del Sur, Kerguelen y Orcadas del Sur, Tierra de Wilkes Antártica Oriental, Mar de Ross y de Weddell (van Soest 2016a).

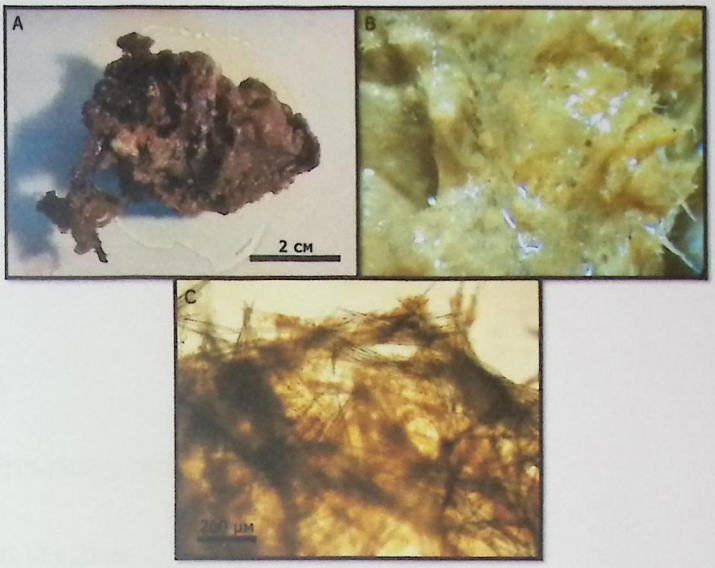


Figura 24. *Iophon unicorne.* A, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

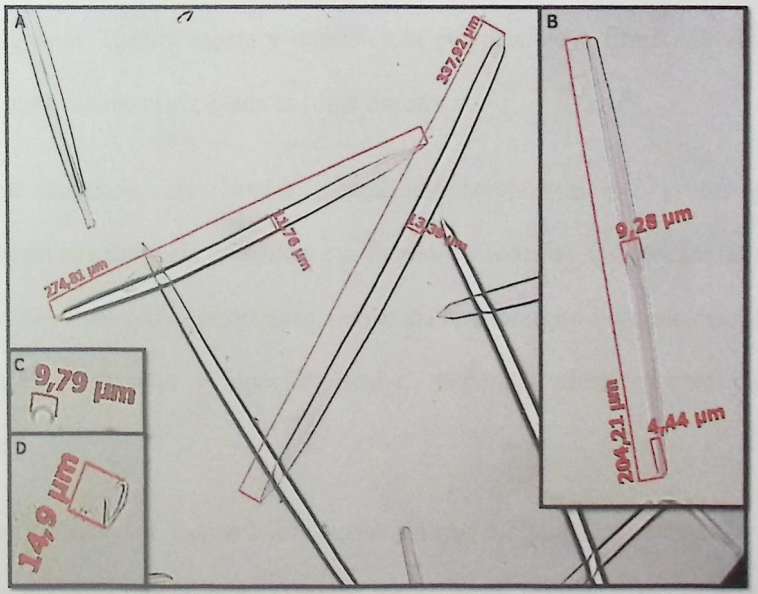


Figura 25. Espículas de *Iophon unicorne.* A, estilos; B, tornotos; C, bipocilas; D, anisoquelas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Acarnidae

Género: *Iophon* (Gray, 1867)

(Fig. 26-27; Anexo 8)

***Iophon* sp. 1**

Muestras: P110-15(3b), P420-6(20.1).

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmentos con forma masiva con crecimiento vertical. Superficie regular a irregular, se distingue ectosoma y coanosoma, pero fuertemente unidos. No se observan ósculos. Textura áspera y consistencia compresible y firme. En vida presenta color naranja a castaño claro; fijada es beige oscuro.

Esqueleto: reticulado, con bandas ascendentes compuestas por estilos principales reforzados por otra categoría de estilos. Las bandas ascendentes son conectadas transversal y diagonalmente por estilos principales. Ectosoma con tornotos dispuestos aleatoriamente. Microscleras, anisoquelas y bipocilas, ambas dispuestas aleatoriamente por todo el esqueleto.

Espículas: Megascleras. Estilos I (principales) rectos a ligeramente curvados, robustos y lisos, con una espina en la base. Tornotos (ectosomales) rectos a ligeramente curvados, ligeramente fusiformes, una extremidad con microespinas y la otra ligeramente hinchada y

con una punta; formas juveniles poseen las dos extremidades iguales. Microscleras. Anisoquelas, palmadas, con espina en base. Biposilas, de menor tamaño que anisoquelas, ambas extremidades con forma de garra.

Consideraciones taxonómicas: El material analizado se encuentra próximo de *Iophon unicorne* (van Soest 2016a), sin embargo, se distingue de esta última por presentar principalmente tornotos ectosomales con una de sus extremidades en forma de punta, semejante a un estilo.

Material examinado: Muestra P110-15(3b) presenta esponja calcárea en superficie (sin identificar).

Distribución geográfica: Se trata de un género cosmopolita, con especies que habitan por ejemplo las Islas Galápagos (*I. ostiamagna*) y Australia (*I. cylindricum*). Existen algunas especies que habitan a lo largo de la costa chilena (*I. timidum*; *I. chilense*). Algunas especies descritas para Antártica, han sido reportadas en la Península Antártica, Islas Georgias del Sur, Sandwich del Sur, Kerguelen y Orcadas del Sur (*I. pluricorne; I. unicorne*) y para Tierra de Wilkes Antártica Oriental (*I. aceratum*) (van Soest 2016a).

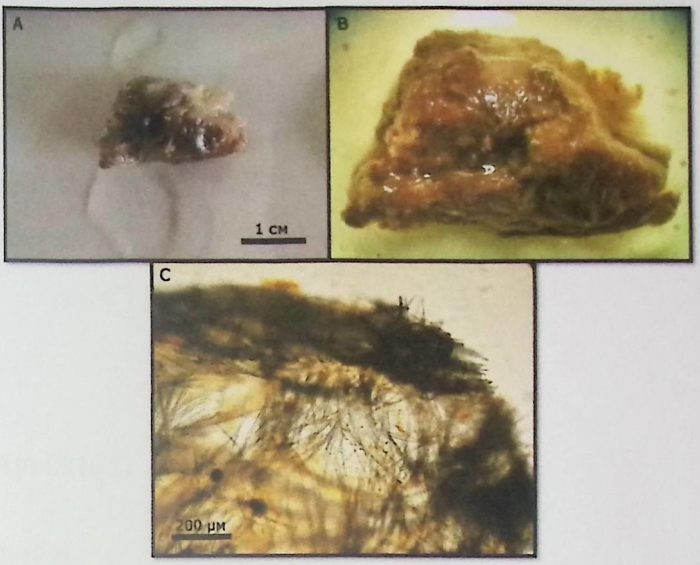


Figura 26. *Iophon* sp. 1. Muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

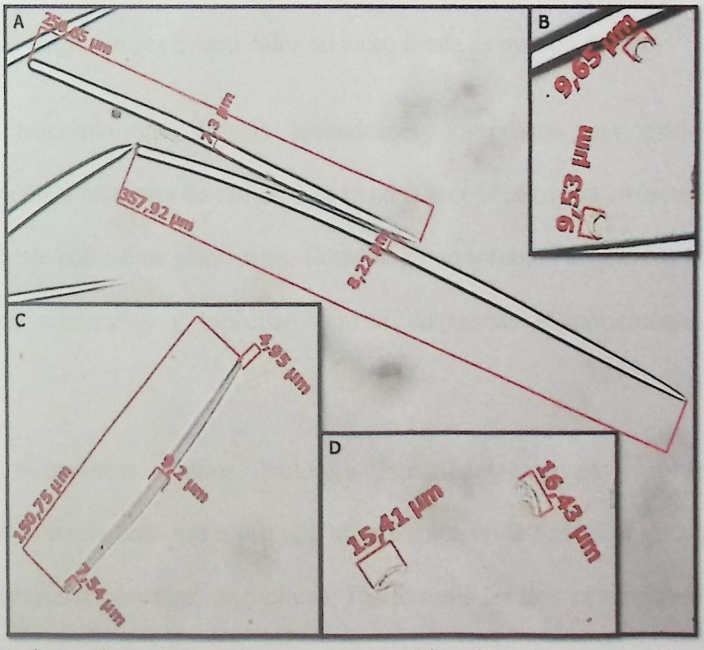


Figura 27. Espículas de *Iophon* sp. 1. A, estilos; B, bipocilas; C, tornotos; D, anisoquelas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Acarnidae

Género: *Iophon* (Gray, 1867)

(Fig. 28-29; Anexo 9)

***Iophon* sp. 2**

Muestras: P410-15(1a-1).

Profundidad: 10 m

Descripción general: Fragmento presenta forma masiva. Superficie irregular, no se distingue ectosoma y coanosoma. No se observan ósculos. Textura áspera y consistencia compresible y frágil. No se registró color en vida; fijada es marrón oscuro.

Esqueleto: reticulado, con bandas ascendentes compuestas por estilos principales reforzados por otra categoría de estilos. Las bandas ascendentes son conectadas transversal y diagonalmente por estilos principales. Ectosoma con tornotos dispuestos aleatoriamente. Microscleras, anisoquelas y bipocilas, ambas dispuestas aleatoriamente por todo el esqueleto.

Espículas: Megascleras. Estilos, rectos a ligeramente curvados, robustos y lisos, frecuentemente con la base lisa o con una microespina en la base. Tornotos (ectosomales) rectos a ligeramente curvados, ligeramente fusiformes, las dos extremidades ligeramente hinchadas (una de ellas puede estar menos hinchada) y con microespinas. Microscleras.

Anisoquelas I y II, palmadas y ambas con espina en base. Biposilas, de menor tamaño que anisoquelas, ambas extremidades con forma circular rodeada de dentículos.

Consideraciones taxonómicas: El material analizado se distingue de las otras *Iophon* descritas anteriormente por presentar estilos con base lisa o con micro espina, dos categorías de anisoquelas palmadas y biposilas con extremidades circulares rodeadas de dentículos; las especies anteriores de *Iophon* tienen estilos con base mucronada, sólo una categoría de anisoquela palmada y biposilas con extremidades con forma de garras.

Material examinado: Asociación con pequeños crustáceos.

Distribución geográfica: Género cosmopolita. Distribución de especies del género *Iophon* en Antártica descritas anteriormente (ver van Soest 2016a).

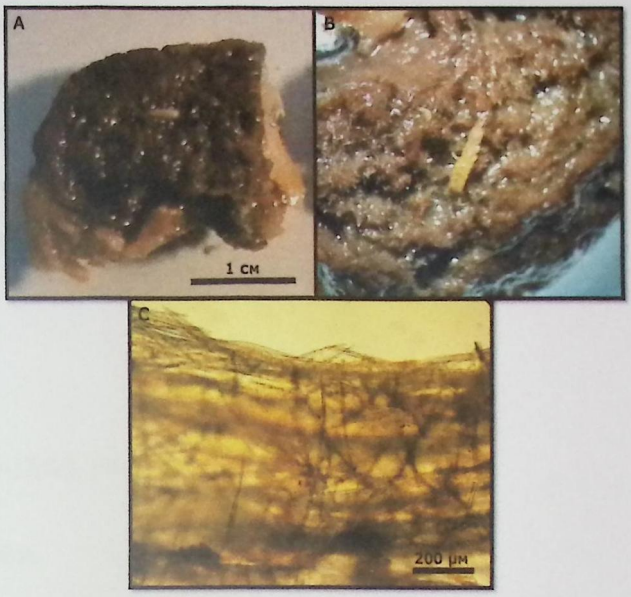


Figura 28. *Iophon* sp. 2. Muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; B, superficie de muestra observada mediante lupa; C, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

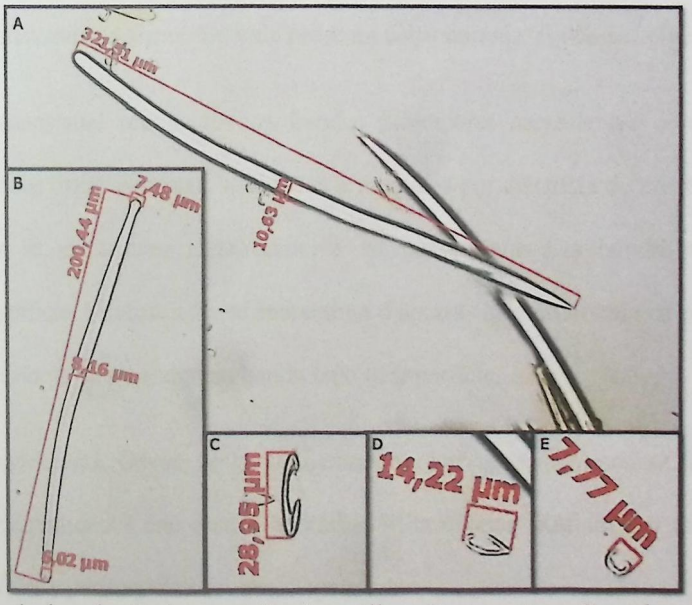


Figura 29. Espículas de *Iophon* sp. 2. A, estilos; B, tornotos; C, anisoquelas I; D, anisoquelas II; E, bipocilas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Isodictyidae

Género: *Isodictya* (Bowerbank, 1864)

(Fig. 30-31; Anexo 10)

***Isodictya* sp. 1**

Muestras: P210-27(8d), P4-ALC.

Profundidad: 10 m

Descripción general: Fragmento presenta forma masiva. Superficie es regular e híspida, ectosoma no se distingue de coanosoma. No se observan ósculos. Textura áspera, consistencia compresible y firme. En vida presenta color naranja; fijada es beige claro.

Esqueleto: Coanosomal reticulado con bandas principales ascendentes compuestas de oxeas. Las mismas oxeas conectan las bandas principales por distancia de una espícula; las oxeas también se encuentran aleatoriamente en coanosoma. Las bandas ascendentes alcanzan la superficie. Microscleras se encuentran dispersas aleatoriamente en coanosoma e inclusive el ectosoma, generando una banda bajo la superficie.

Espículas: Megascleras. Oxeas, rectas a ligeramente curvadas, ligeramente fusiformes y lisas. Ambas extremidades con puntas aceradas. Microscleras. Ráfides, en tricodragmas, delgados, flexibles y puntiagudos. Isoquelas palmadas.

Consideraciones taxonómicas: Goodwin *et al.* (2014) describió *Isodictya cutisanserina* en Islas Falkland. Adicionalmente, estos autores realizaron una revisión de todas las especies de *Isodictya* del Océano Atlántico Sur y Océano Austral (Goodwin *et al.* 2014: 23, Tabla 8), las cuales poseen sólo oxeas e isoquelas en su conjunto de espículas. El material descrito en este estudio, nombrado *Isodictya* sp. 1, se distingue de todas las otras especies del Atlántico Sur y del Océano Austral por la presencia de ráfides. Por lo tanto puede ser una probable nueva especie.

Material examinado: Muestra P210-27(8d) presenta algas rojas (foto de terreno) en su superficie. Muestra P4-ALC en asociación con poliqueto no identificado.

Distribución geográfica: Se trata de un género cosmopolita, algunas de sus especies habitan en la costa pacífica de Canadá (*I. vancouverensis*) y también de Australia (*I. porifera*). Algunas especies descritas para Antártica, han sido reportadas en la Península Antártica, Tierra de Wilkes Antártica Oriental, Islas Shetland del Sur y Kerguelen, Mar de Ross y de Weddell (*I. delicata*, *I. kerguelenensis*, *I. verrucosa*, *I. cavicornuta*) (van Soest 2007).

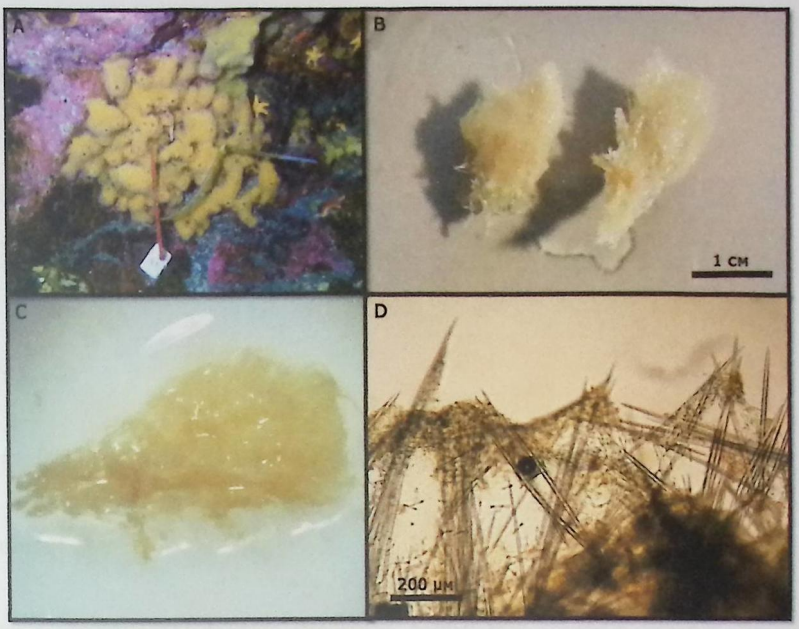


Figura 30. *Isodictya* sp. 1. A, esponja observada *in* situ; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

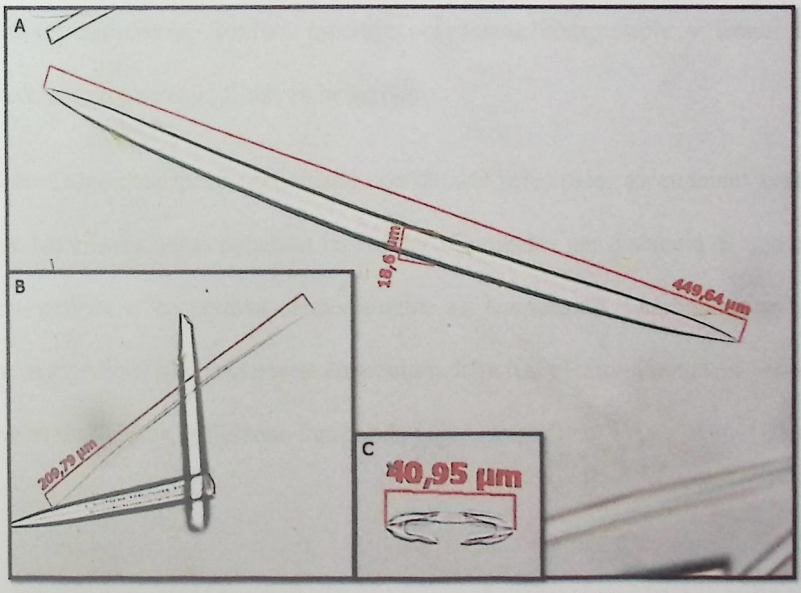


Figura 31. Espículas de *Isodictya* sp. 1. A, oxeas; B, ráfides; C, isoquelas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Isodictyidae

Género: *Isodictya* (Bowerbank, 1864)

(Fig. 32-33; Anexo 11)

***Isodictya* sp. 2**

Muestras: P220-15(14), P410-24(20), P410-27(4b), P4-A1, P4-C3, P4-I5.

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmentos presentan forma incrustante a masiva. Superficie es regular a verrugosa e híspida, ectosoma no se distingue de coanosoma, se encuentran fuertemente unidos. Muestra P410-24(20) presenta ósculos tipo chimenea, contraídos y dispuestos aleatoriamente. Textura áspera, consistencia compresible y firme. En vida presenta color rojo a naranja; fijada es beige claro.

Esqueleto: Coanosomal plumo-reticulado con bandas principales ascendentes compuestas de oxeas. Las mismas oxeas conectan las bandas principales por distancia de una espícula; las oxeas también se encuentran aleatoriamente en coanosoma. Las bandas ascendentes alcanzan la superficie. Microscleras se encuentran dispersas aleatoriamente en coanosoma e inclusive en el ectosoma, generando una banda bajo la superficie.

Espículas: Megascleras. Oxeas, rectas a ligeramente curvadas, ligeramente fusiformes y lisas; formas juveniles son delgadas y pueden ser de menor tamaño. Ambas extremidades con puntas aceradas. Microscleras. Isoquelas palmadas y ráfides flexibles y puntiagudos.

Consideraciones taxonómicas: Como en la especie previa, *Isodictya* sp. 2 también posee ráfides, pero se diferencia principalmente de *Isodictya* sp. 1 por la morfología de las isoquelas. Además, *Isodictya* sp. 2 parece tener menor cantidad de isoquelas en el esqueleto (Fig. 32D) que *Isodictya* sp. 1 (Fig. 30D).

Material examinado: Muestra P220-15(14) asociada algas rojas.

Distribución geográfica: Género cosmopolita. Distribución de especies del género *Iophon* en Antártica descritas anteriormente (ver van Soest 2007).

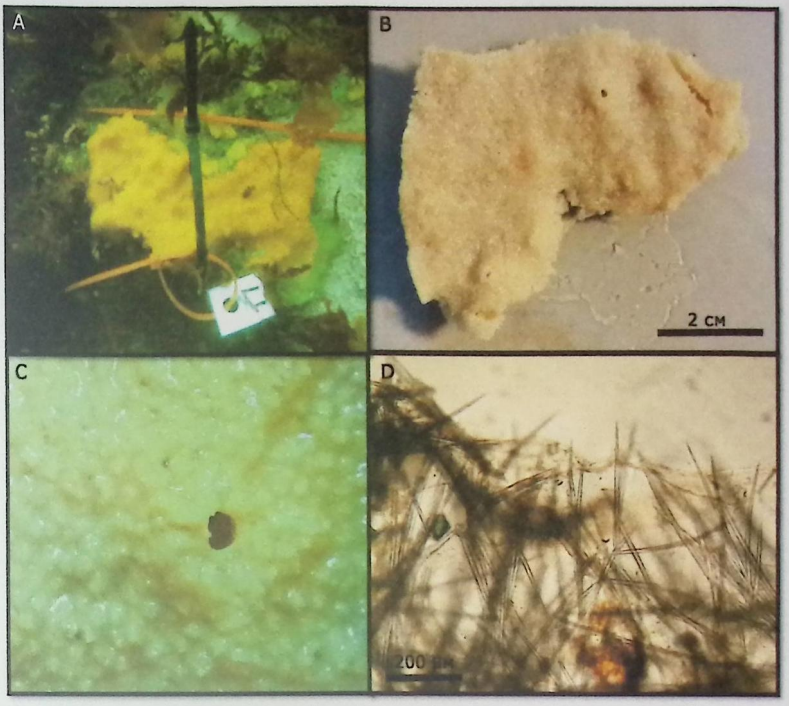


Figura 32. *Isodictya* sp. 2. A, esponja observada *in* situ; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

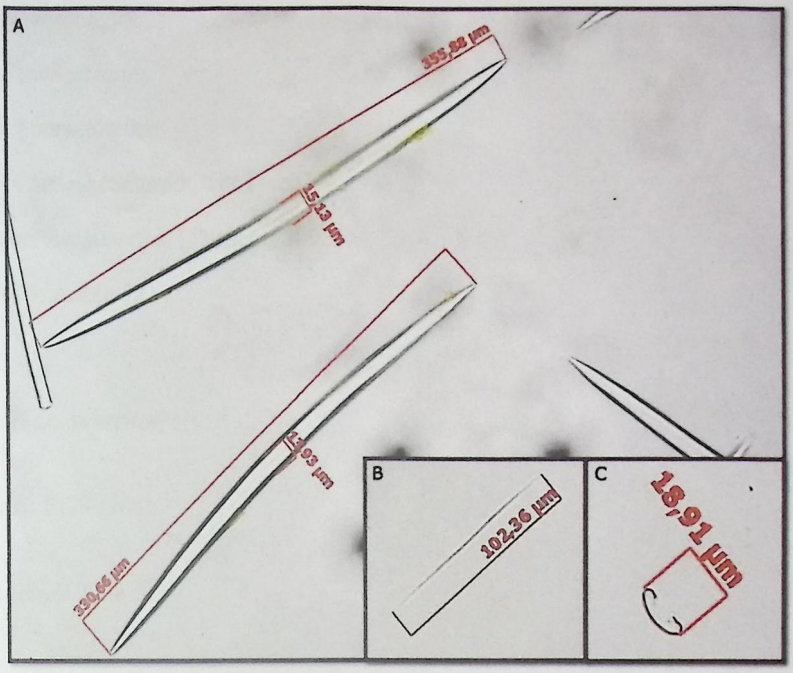


Figura 33. Espículas de *Isodictya* sp. 2. A, oxeas; B, ráfides; C, isoquelas.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Microcionidae

Género: *Clathria* (Schmidt, 1862)

Subgénero: *Axosuberites* (Topsent, 1893)

(Fig. 34-35; Anexo 12)

***Clathria* (*Axosuberites*) sp.**

Muestras: P120-(20a).

Profundidad: 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva y microhíspida. Superficie conulosa con ectosoma fácil de diferenciar de coanosoma, presentando membrana translúcida generando una reticulación. Presenta ósculos simples entremedio de protuberancias. Textura áspera y consistencia poco compresible y poco frágil. En vida presenta color naranja; fijada es naranja pálido.

Esqueleto: Coanosomal es comprimido axialmente y compuesto por dos tipos de estilos principales, los cuales también son equinantes (dispuestas perpendicular u oblicuamente) sobre las bandas principales. Distintos tipos de toxas presentes en coanosoma y cercanas a ectosoma. Ectosoma presenta una categoría propia de espículas (estilos con base microespinada).

Espículas: Megascleras. Estilos I (principales), ligeramente fusiformes, curvados cerca de base, lisos y puntiagudos (punta hastada). A veces con forma de subtilostilos. Estilos II (principales), semejantes a anteriores aunque de menor tamaño. Estilos III (ectosomales), pueden ser ligeramente fusiformes, rectos, lisos, con una extremidad puntiaguda (punta acerada) y una base con microespinas. Microscleras. Toxas I, II, III y IV, todas lisas.

Consideraciones taxonómicas: El material analizado se trata de una *Clathria* (*Axosuberites*) al presentar un esqueleto axial semejante a reticulación plumosa a plumoreticulada, compuesta sólo por estilos lisos, concordando con la definición propuesta por Hooper (2002). El trabajo de Goodwin *et al.* (2012) hace una revisión de *Clathria* (*Axosuberites*) para Antártica y Atlántico Sur, así comparando el material descrito con la revisión propuesta, la presente muestra se distingue de todas las otras especies por poseer cuatro categorías de toxas, además no presenta quelas. De este modo, el material corresponde a una probable especie nueva, que deberá ser formalmente descrita.

Material examinado: Muestra presenta crustáceo en su esqueleto.

Distribución geográfica: Se trata de un género cosmopolita, algunas especies habitan la costa de Sudáfrica (*C.* (*A.*) *benguelaensis*), Australia (*C.* (*A.*) *thetidis*) y Argentina (*C.* (*A.*) *marplatensis*). Algunas de las especies descritas para Antártica han sido reportadas para la Tierra de Wilkes Antártica Oriental (*C.* (*A.*) *ramea*) y para las Islas Georgias del Sur (C. (*A.*) *georgiaensis*) (van Soest 2010e).

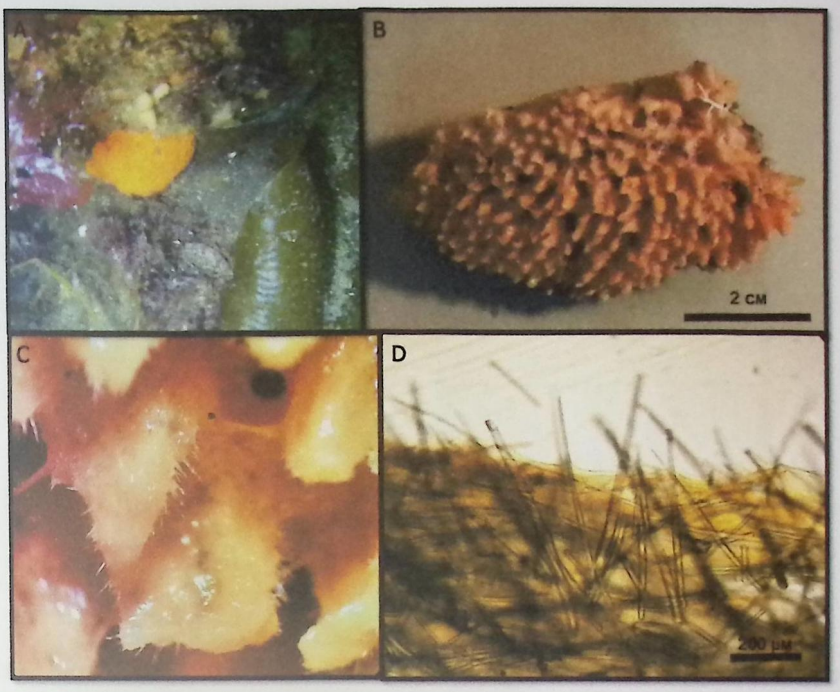


Figura 34. *Clathria* (*Axosuberites*) sp. A, esponja observada *in situ* (naranja); B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

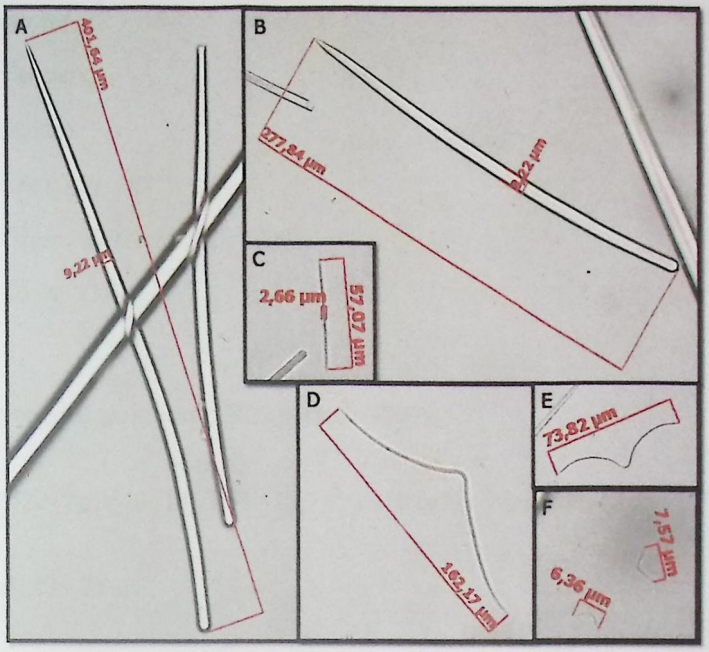


Figura 35. Espículas de *Clathria* (*Axosuberites*) sp. A, estilos I; B, estilos II; C, estilos III; D, toxas II; E, toxas III; F, toxas IV.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Mycalidae

Género: *Mycale* (Gray, 1867)

Subgénero: *Oxymycale* (Hentschel, 1929)

(Fig. 36-37; Anexo 13)

***Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata* (Kirkpatrick, 1907)**

Muestras: P520-(7), P520-(10), P520-12(13), P210-6(20), P4-T4, P6-Mycale, P7-1MX.

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmentos presentan forma masiva a globosa. Superficie variando de verrugosa, conulosa mezclada con espinosa, a levemente digitiforme con fibras terminales. Ectosoma se diferencia de coanosoma, frecuentemente fácil de separar. No se observan ósculos. Textura áspera y consistencia compresible, firme y con fibras duras. En vida presenta color naranja pálido; fijada es beige claro.

Esqueleto: Coanosomal, plumoso a plumoreticulado compuesto de oxeas que logran la superficie, disponiéndose paratangencialmente. Ectosomal, una malla poligonal de bandas de oxeas. Microscleras se encuentran distribuidas por todo el esqueleto.

Espículas: Megascleras. Oxeas, rectas a curvadas, con puntas suavemente mucronadas o aceradas. Microscleras. Anisoquelas I, II y III. Ráfides, los cuales pueden estar en tricodragmas.

Consideraciones taxonómicas: La especie *Mycale acerata* está ampliamente distribuida en las regiones antárticas y subantártica (van Soest 2016b). El material descrito es semejante a la descripción original de Kirkpatrick (1907), sin embargo se encontraron tres categorías de quelas a diferencia de sólo dos categorías propuestas por el autor mencionado. Se sugiere analizar y comparar en mayor detalle las muestras analizadas en el presente estudio, con el material tipo de *M. acerata*, bien como el material descrito como esta especie por otros autores. Esta especie fue identificada por Julio Fernandez en otro material enviado por César Cárdenas al Museo Nacional de Río de Janeiro (muestras MNRJ 19554, 19556, 19560, 19566).

Material examinado: Muestra P520-(7) asociada a alga (color rojo fijada). Muestra P520-(10) con alga incrustada y en grava. Muestra P520-12(13) con alga blanca (color rojo fijada). Muestra P4-T4 asociada a briozoos y crustáceo.

Distribución geográfica: *M.* (*O.*) *acerata* se ha reportado en diferentes sitios alrededor de Antártica, tales como Península Antártica, Tierra de Wilkes Antártica Oriental, McMurdo Sound, Islas Shetland del Sur, Georgias del Sur, Orcacadas del Sur, Sandwich del Sur y Kerguelen (van Soest 2016b).

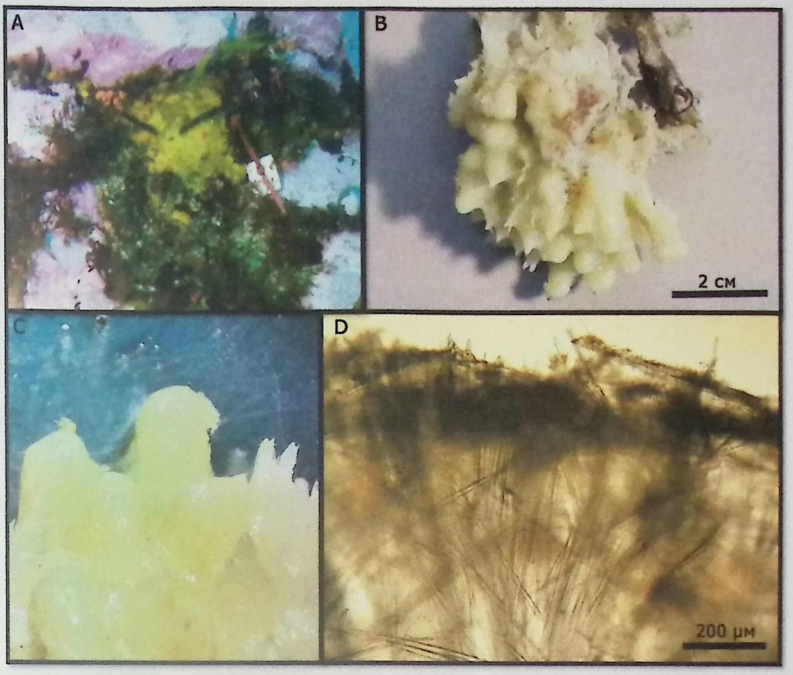


Figura 36. *Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata*. A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

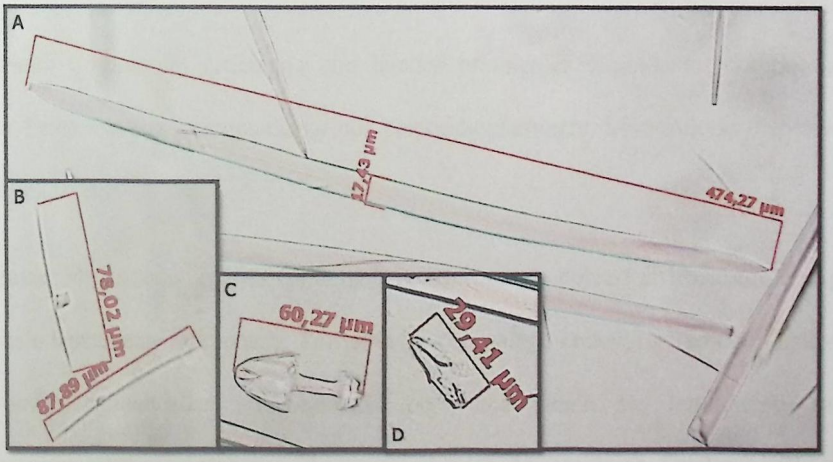


Figura 37. Espículas de *Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata*. A, oxeas; B, ráfides; C, anisoquelas I; D, anisoquelas II.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Myxillidae

Género: *Myxilla* (Schmidt, 1862)

Subgénero: *Burtonanchora* (Laubenfels, 1936)

(Fig. 38-39; Anexo 14)

***Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla* (Burton, 1938)**

Muestras: P210-15(10b), P210-27(8b).

Profundidad: 10 m

Descripción general: Fragmentos con forma masiva. Superficie ligeramente microconulosa, ectosoma oscuro y se diferencia de coanosoma. No se observan ósculos. Textura muy áspera y consistencia muy compresible y firme. En vida presenta color rojo; fijada café oscuro.

Esqueleto: Coanosomal reticulado con bandas principales ascendentes compuestas de estilos. Ectosomal con tornotos dispuestos perpendicularmente. Microscleras dispersas por todo el esqueleto.

Espículas: Megascleras. Estilos (principales), ligeramente curvados, lisos, con una punta acerada o ligeramente mucronada. Tornotos (ectosomales), rectos, ligeramente fusiformes, con ambas extremidades arredondeadas pero una puede ser ligeramente menor; microespinas están presentes en ambas extremidades. Microscleras. Quelas I y II, ambas ancoradas, tridentadas y unguiferadas.

Consideraciones taxonómicas: La especie *Myxilla* (*B.*) *lissostyla* se encuentra ampliamente distribuida en Antártica. Existen descripciones acabadas de esta especie, incluyendo descripción de material tipo en Ríos & Cristobo (2007). El material analizado posee todas las características de la especie en los trabajos citados.

Distribución geográfica: *M.* (*B.*) *lissostyla* se ha reportado en diferentes áreas del continente antártico, como la Península Antártica, McMurdo Sound, Tierra de Wilkes Antártica Oriental y en las Islas Shetland del Sur (van Soest 2008b).

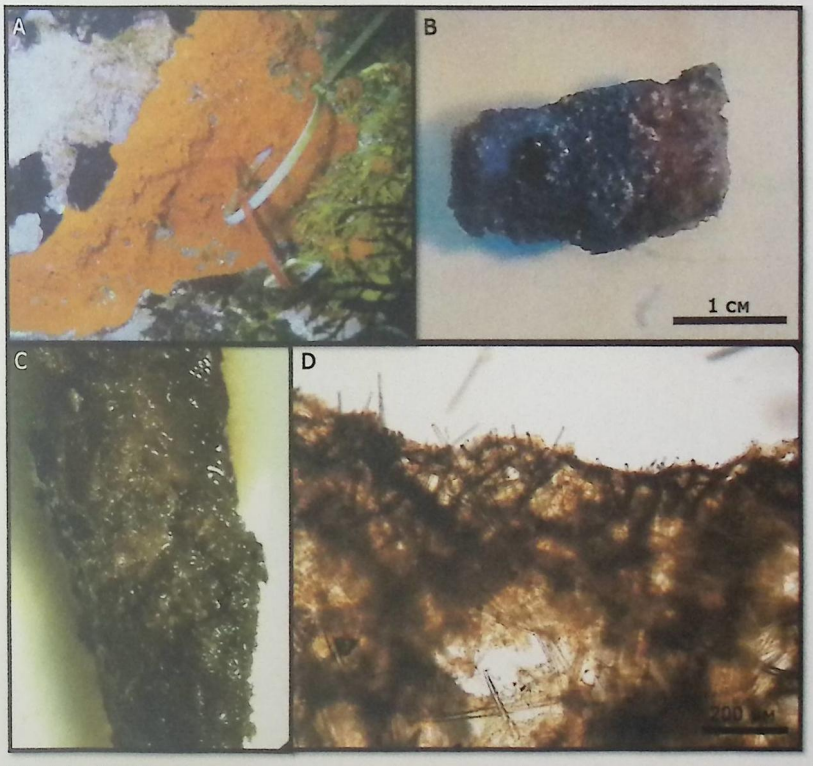


Figura 38. *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*. A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

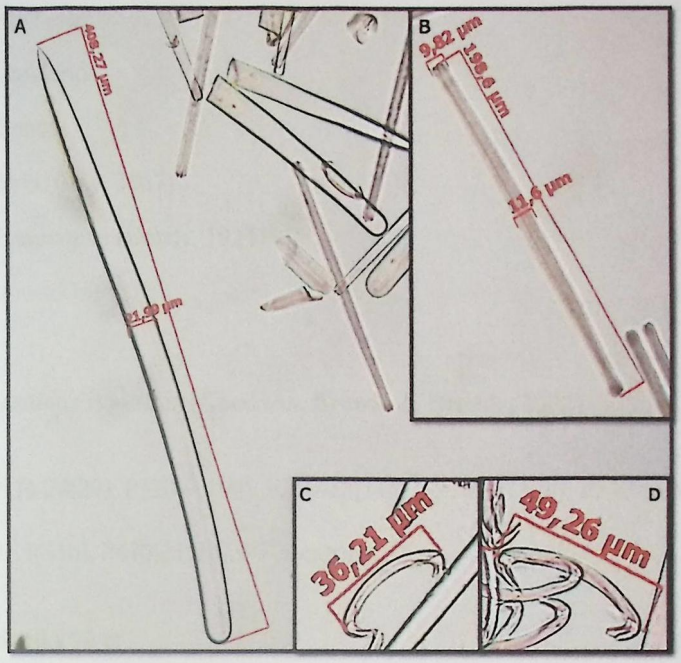


Figura 39. Espículas de *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*. A, estilos; B, tornotos; C, isoquelas II; D, isoquelas I.

Clase: Demospongiae

Orden: Poecilosclerida

Familia: Tedaniidae

Género: *Tedania* (Gray, 1867)

Subgénero: *Tedaniopsis* (Dendy, 1924)

(Fig. 40-41; Anexo 15)

***Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* (Goodwin, Brewin & Brickle, 2012)**

Muestras: P110-24(20), P120-9(10b), P210-12(14a), P210-15(10d), P210-(c.b), P410-15(1b), P410-15(31b), P410-21(2b), P7-3(esponja 2).

Profundidad: 10 y 20 m

Descripción general: Fragmento con forma masiva. Superficie lisa, ligeramente irregular. Ectosoma se diferencia de coanosoma, pero es difícil de separar. Presenta ósculos tipo chimenea y simples. Textura ligeramente áspera y consistencia compresible y frágil. En vida presenta color amarillo o naranja a naranja pálido; fijado es beige claro a oscuro.

Esqueleto: Coanosoma presenta reticulación de estilos y ectosoma posee gran densidad de tornotos dispuestos verticalmente.

Espículas: Estilos (coanosomales), ligeramente curvados cerca de la base, lisos y con punta acerada. Tornotos (ectosomales), rectos a ligeramente curvados, lisos, con una extremidad ligeramente hinchada. Ambas extremidades poseen puntas muconadas a cónicas. Oniquetas I, son delgadas, rectas y con diversas microespinas por todo su largo; II similares pero de menor tamaño.

Consideraciones taxonómicas: El material utilizado tiene las mismas características encontradas en la especie de *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* descrita por Goodwin *et al.* (2012) para Islas Georgias del Sur.

Material examinado: Muestra P120-9(10b) presentaba crustáceos no identificados. Muestra P410-15(31b) presenta colonia de briozoos que la recubre, un crustáceo y alga posiblemente de verde, además presenta numerosos embriones color naranja. Muestra P410-21(2b) con alga color rojo fijada. Muestra P7-3(esponja 2) con hidrozoos e incrustando a esponja de mayor tamaño (especie no identificada). En P110-24(20) se encontraban 2 esponjas en mismo frasco, se separaron en 24(20.1 y 20.2), pero muestra 20.2 se perdió, así que 20.1 es mostrada como 24(20).

Distribución geográfica: *T.* (*T.*) *wellsae* ha sido reportada para las Islas Georgias del Sur (Goodwin *et al.* 2012).

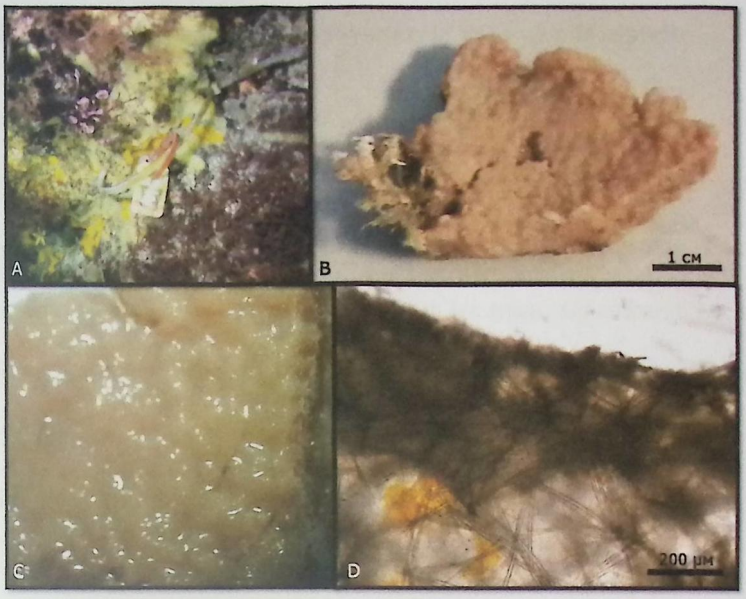


Figura 40. *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae.* A, esponja observada *in situ*; B, muestra fijada en alcohol, proveniente de Isla Doumer; C, superficie de muestra observada mediante lupa; D, fotografía de esqueleto (preparación en corte perpendicular a la superficie), se puede observar ectosoma (zona superior) y coanosoma (zona inferior).

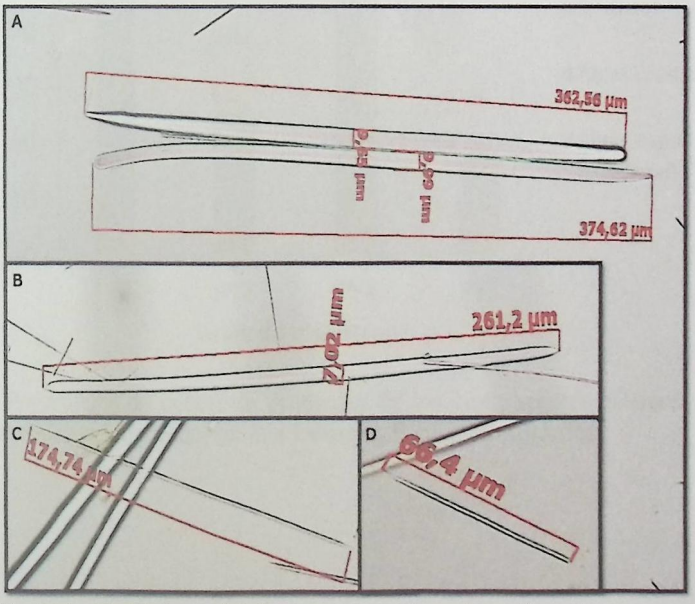


Figura 41. Espículas de *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*. A, estilos; B, tornotos; C, oniquetas I; D, oniquetas II.

Análisis de patrones de distribución de abundancia y riqueza de especies

Contribución de las esponjas a la comunidad epibentónica

Los grupos de organismos sésiles observados mediante el análisis de fotocuadrantes corresponden a esponjas, briozoos, algas rojas del subdosel y crustosas. Las esponjas presentaron una abundancia que varío entre 2-6% en los sitios, sin embargo las algas rojas fueron los organismos dominantes, donde las algas crustosas presentaron coberturas entre 8-52%, y las algas del subdosel entre 6-12%. Los briozoos fueron los organismos de menor abundancia, con coberturas inferiores a 2% (Fig. 42; Tabla 3-4).

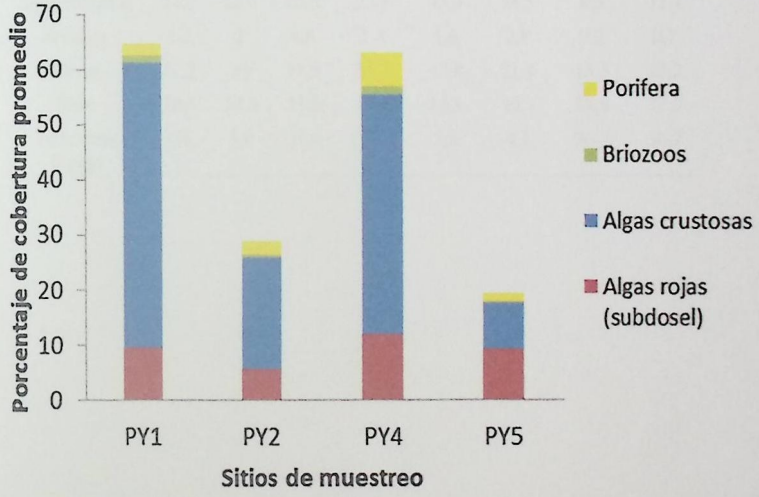


Figura 42. Porcentajes de cobertura promedio de los componentes bióticos, obtenidos en cada sitio de muestreo alrededor de Isla Doumer, Península Antártica.

El tipo de fondo predominante en la mayoría de los sitios fue sustrato duro, observado como roca y grava. Sin embargo, el sitio frente a Canal Peltier (PY5), fue el único que presentó dominancia de sustrato blando principalmente a 10 m de profundidad (65%) (Fig. 42, 48; Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de porcentajes de cobertura promedio de los componentes bióticos y abióticos, obtenidos en cada sitio de muestreo alrededor de Isla Doumer, Archipiélago Palmer, Península Antártica.

Grupo	PY1		PY2		PY4		PY5	
	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE
Porifera	2,3	3,6	2,3	3,6	6,1	6,9	1,5	3,7
Algas rojas	9,5	10,8	5,6	7,6	12,1	7,9	9,3	9,3
Algas crustosas	51,9	27,2	20,5	23,3	43,3	18,5	8,5	11,1
Briozoos	1,2	2	0,4	1,8	1,6	2,8	0,2	0,7
Grava	11,2	24	31,9	36,2	17,8	21,4	15,5	25,2
Roca	19,5	18,3	11,8	15,5	16,4	10,5	28,8	32,9
Sedimento blando	4,6	5,8	27,6	30,9	2,8	4,2	36,3	36,7

Tabla 4. Cobertura promedio (%) de especies de esponjas y otros organismos observados en los sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. (P: Porifera; AR: Algas rojas; AC: algas crustosas; BR: Briozoa; OT: otros organismos. (± = DE).

Grupo	Especies	Cobertura promedio %							
		PY1		PY2		PY4		PY5	
		10 m	20 m	10 m	20 m	10 m	20 m	10 m	20 m
P	*Clathria* (*Axosuberites*) sp.	0 ± 0	0,3 ± 1,0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Dendrilla antarctica*	0 ± 0	1,2 ± 2,5	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1,5 ± 3,2
P	*Hymeniacidon* sp.	1,1 ± 2,4	0 ± 0	0,3±1,0	0 ± 0	0,4±1,3	0,9±1,5	0 ± 0	0 ± 0
P	*Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.	0,1 ± 0,3	0 ± 0	0,9±1,5	0,2 ±0,6	1,5±2,9	0,1±0,3	0 ± 0	0 ± 0
P	*Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*	0 ± 0	0 ± 0	0,3±1	0,2 ±0,6	0,1±0,3	0,3±1,0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Haliclona* (*Soestella*) sp.	0,4± 1,3	0 ± 0	0,6±1,3	0 ± 0	0,7±1,5	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Halisarca* sp.	0 ± 0	0,3 ± 1,0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Iophon* sp. 2	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,4±1,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Iophon* sp. 1	0,3 ± 1,0	0 ± 0	0,1 ±0,3	0 ± 0	0,8±1,4	0,2±0,6	0 ± 0	0 ± 0
P	*Iophon unicorne*	0 ± 0	0 ± 0	0,3 ±1,0	0 ± 0	1 ±2,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Isodictya* sp. 2	0,1 ± 0,3	0 ± 0	0 ± 0	0,2 ±0,6	4,5±7,5	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Isodictya* sp. 1	0 ± 0	0 ± 0	0,3 ±1,0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*	0 ± 0	0 ± 0	0,1 ±0,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1± 1,8
P	*Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*	0 ± 0	0,1 ± 0,3	0,6 ±1,0	0 ± 0	0,1±0,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	*Sphaerotylus antarcticus*	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,5± 1,6
P	*Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*	0,3 ± 1,0	0,3 ± 1,0	0,5 ±1,3	0 ± 0	1 ±2,2	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
P	Esponja no identificada uno	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,2±0,6	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
A R	Algas rojas no identificadas	16,8± 10,5	2,2 ± 4,4	7,2±9,8	4 ±4,4	16,5± 5,0	7,6±8,1	6,6 ± 10,6	12± 7,4
A C	Algas crustosas no identificadas	36,8 ± 15,6	66,9 ± 28,5	37,2± 22,2	3,7 ±5,3	47± 13,9	39,6± 22,4	7,1± 9,1	9,8± 13,2
B R	Briozoos no identificados	1 ± 1,4	1,3 ± 2,6	0,8 ±2,5	0 ± 0	2,2±3,4	1±2,2	0,3± 1,0	0 ± 0
O T	Otros organismos no identificados	0 ± 0	0 ± 0	0,1 ±0,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Ensamble de esponjas

Riqueza de especies de esponjas

Mediante el análisis de fotocuadrantes se identificó un total de 17 especies de esponjas alrededor de Isla Doumer. De éstas, 16 especies se identificaron taxonómicamente, mientras que una no logró ser identificada. La riqueza total fue de 22 especies. Sin embargo, la curva de riqueza de especies no alcanzó la asíntota, lo cual sugiere que el número de especies podría ser mayor (Fig. 43; Tabla 5).

Se obtuvo que los sitios de muestreo PY2 en Bahía Sur y PY4 en Cabo Kemp presentaron una riqueza de 11 especies cada uno, seguidos por PY1 con 10 especies y luego PY5 frente a Canal Peltier con sólo 3 especies (Tabla 5). Al utilizar el estimador de riqueza de especies, se observó que los sitios dentro de Bahía Sur (PY1 y PY2) presentaron los mayores valores (15 especies), PY4 registró 12, mientras que PY5 no mostró aumento en relación a la riqueza observada. Las curvas de riqueza estimada de PY4 y PY5 alcanzaron la asíntota, sugiriendo que el muestreo en dichos sitios cubrió en buena medida el ensamble existente, mientras que en PY1 y PY2 las curvas no alcanzaron totalmente la asíntota, pudiendo aumentar levemente el número de especies en ambos casos (Fig. 44-45; Tabla 5).

Tabla 5. Riqueza observada y estimada de especies de esponjas en Isla Doumer, Península Antártica y en los cuatro sitios de muestreo alrededor de la isla. Riqueza estimada de especies calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2* en software EstimateS v9.1. (± = DE).

Sitio	S observada	S estimada
Isla Doumer	17	21,9 ± 5,9
PY1	10	14,9 ± 5,1
PY2	11	14,6 ± 4
PY4	11	11,6 ± 1,1
PY5	3	3 ± 0,2

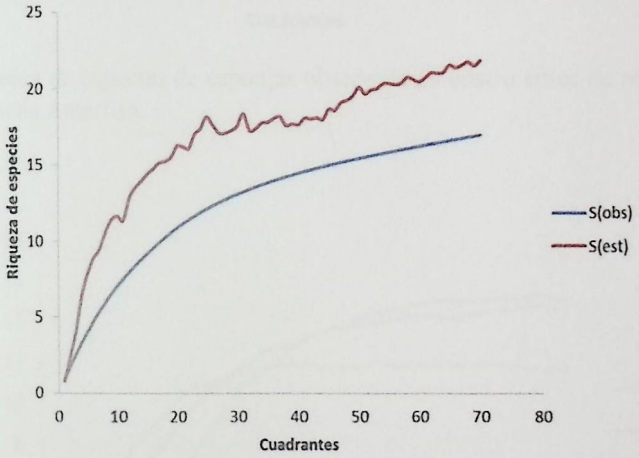


Figura 43. Riqueza de especies de esponjas observada y estimada entorno al área de estudio en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2* en software EstimateS v9.1.

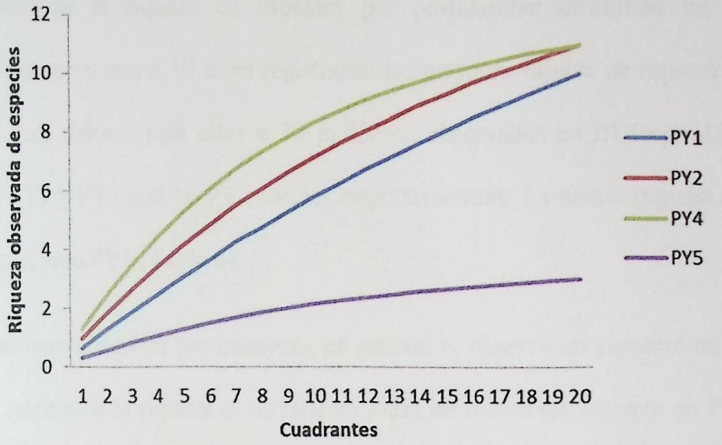


Figura 44. Riqueza de especies de esponjas observada en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica.

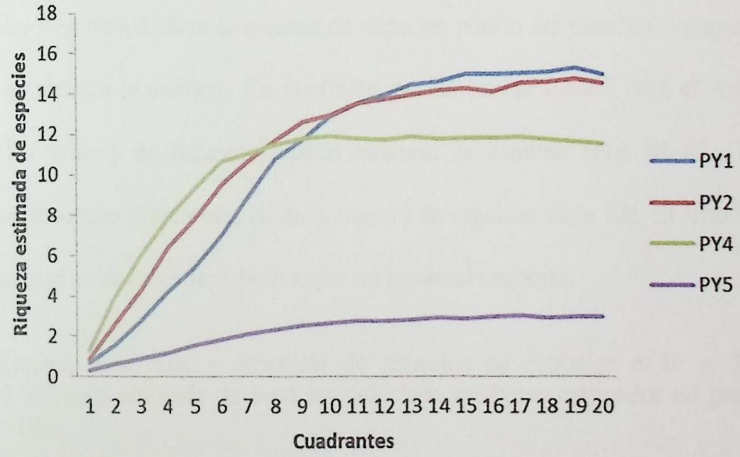


Figura 45. Riqueza de especies de esponjas estimada en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*.

Al analizar la riqueza de especies por profundidad utilizando las transectas realizadas se observó que a 10 m se registraron los mayores valores de riqueza observada de especies. Los valores más altos a 10 m fueron observados en PY4 con 11 especies, seguido por PY2 y PY1 con 10 y 6 especies respectivamente. La menor riqueza a 20 m fue registrada en el sitio PY5 (Tabla 6).

Al estimar la riqueza por transecta, en general se observó un aumento en el número de especies respecto a la riqueza observada en todas las transectas, excepto en PY5 a 20 m donde la riqueza se mantuvo en 3 especies. Se mantuvo el patrón de mayor número de especies a 10 m de profundidad, los mayores valores fueron observados en PY2, PY4 y PY1 a 10 m con 15, 13 y 11 especies, respectivamente. En el sitio PY2 en ambas profundidades y en PY4 a 20 m la riqueza de especies podría ser superior, ya que la curva de riqueza no alcanzó la asíntota. En contraste, en las curvas *Chao2* para el resto de las transectas, los valores de riqueza parecen alcanzar la asíntota (Fig. 46-47; Tabla 6), sugiriendo un muestreo representativo de la riqueza de especies en la isla. El sitio PY5 a 10 m de profundidad no se muestra debido a que no presentó esponjas.

Tabla 6. Riqueza observada y estimada de especies de esponjas a 10 y 20 m de profundidad. Riqueza estimada de especies calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*. (± = DE).

Transecta	S observada	S estimada
PY1-10m	6	10,5 ± 5,5
PY2-10m	10	14,5 ± 5
PY4-10m	11	13,3 ± 2,9
PY1-20m	5	7,7 ± 3,8
PY2-20m	3	5,7 ± 3,9
PY4-20m	4	6,7 ± 3,9
PY5-20m	3	3 ± 0,2

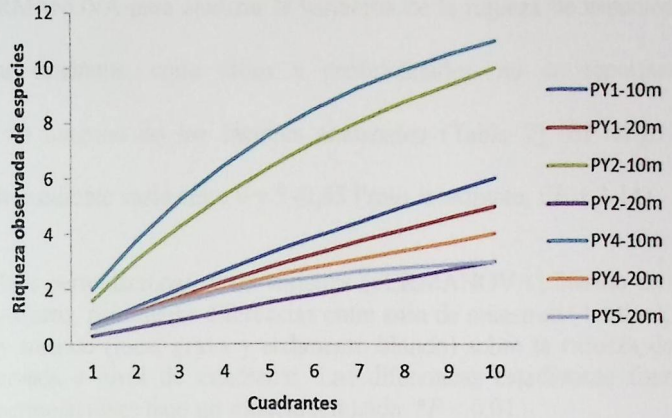


Figura 46. Riqueza de especies de esponjas observada a 10 y 20 m de profundidad en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica.

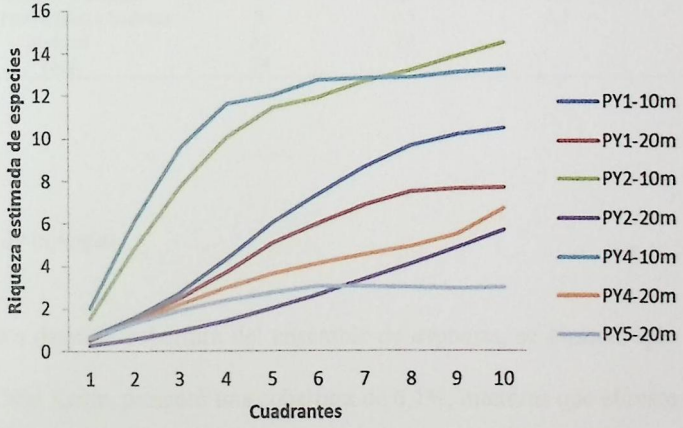


Figura 47. Riqueza de especies de esponjas estimada a 10 y 20 m de profundidad en cuatro sitios de muestreo en Isla Doumer, Península Antártica. Riqueza estimada calculada mediante estimador no paramétrico *Chao2*.

En el test PERMANOVA para analizar la variación de la riqueza de especies de esponjas observada por cuadrante, entre sitios y profundidades, no se reportan diferencias significativas en ninguno de los factores analizados (Tabla 7). El rango de especies observadas por cuadrante varió entre 0 y 5 (0,85 Prom./cuadrante, EE ± 1,14).

Tabla 7. Análisis permutacional de la varianza (PERMANOVA) basado en la matriz de similitud Bray-Curtis, para medir diferencias entre sitio de muestreo (4 sitios); profundidad (10 y 20 m) y sustrato (roca, grava y sedimento blando) sobre la riqueza de especies de esponjas observada a nivel de cuadrante. Las diferencias estadísticas fueron testeadas usando 9999 permutaciones bajo un modelo reducido. *$P < 0,01$.

Factor	df	MS	*F*	*P*
Sitio de muestreo	3	0,3	0,8	0,5
Profundidad	1	0,1	0,3	0,6
Sustrato	2	0,6	1,7	0,2
Sitio x Profundidad	3	0,4	1,1	0,5
Sitio x Sustrato	5	0,6	1,9	0,1
Profundidad x Sustrato	2	0,2	0,6	0,6
Sitio x Profundidad x Sustrato	3	0,5	1,5	0,2
Residual	55	0,3		
Total	74			

Abundancia de esponjas

Al analizar los datos de cobertura del ensamble de esponjas, se observó que el sitio PY4 ubicado en Cabo Kemp, presentó una cobertura de 6,1%, mientras que el resto de los sitios, tanto dentro como fuera de Bahía Sur, presentaron coberturas inferiores a 3% (Fig. 42).

Al analizar en detalle los porcentajes de cobertura del ensamble de esponjas en las transectas realizadas en cada sitio (ambas profundidades), se observó que el sitio PY4 (Cabo Kemp) a 10 m presentó la mayor cobertura de esponjas (10,7%) (Fig. 48). La cobertura del ensamble en el resto de las trasenctas no superó el 5%, siendo PY2 (Bahía

Sur) a 10 m el segundo sitio con mayor abundancia de esponjas (4%). Individualmente, la cobertura de todas las especies de esponjas no fue mayor a 1,5%, exceptuando a *Isodictya* sp. 2, siendo la especie de mayor cobertura observada, presentando 4,5% en Cabo Kemp a 10 m (Tabla 4).

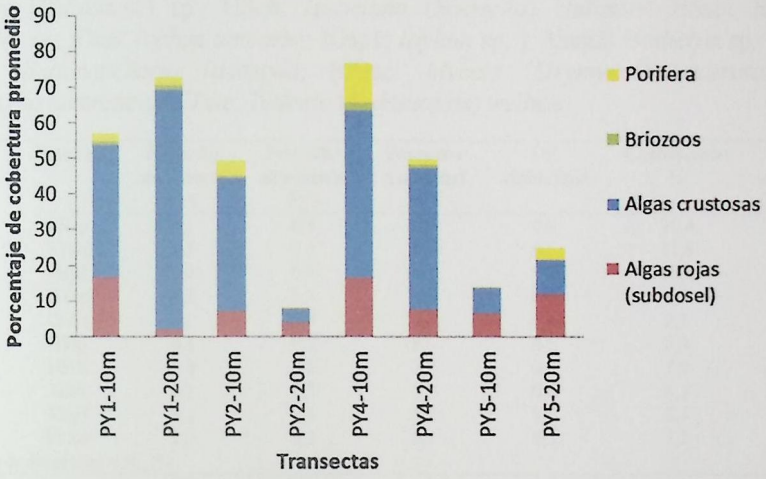


Figura 48. Porcentajes de cobertura de componentes bióticos, obtenidos en cada transecta realizada a 10 y 20 m de profundidad en los sitios de muestreo alrededor de Isla Doumer, Península Antártica.

Al analizar individualmente la cobertura a nivel de ensamble de esponjas, se obtuvieron porcentajes de disimilitud (SIMPER) que variaron entre 94-100% utilizando el factor sitio. Las especies de esponjas que contribuyeron en gran medida en los valores de disimilitud entre los sitios de muestreo fueron *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. (8-23%), *Hymeniacidon* sp. (9-19%) e *Isodictya* sp. 2 (8-15%) (Tabla 8), siendo estas algunas de las esponjas de mayor abundancia respecto a las otras especies, presentando coberturas mayores a 1% y en el caso de *Haliclona* (*R.*) sp. e *Isodictya* sp. 2 presentando su mayor

abundancia en Cabo Kemp a 10 m (Tabla 4). Sin embargo, al graficar la distribución de estas especies no se observó un patrón claro respecto a su abundancia entre los sitios y profundidades (Fig. 49-51).

Tabla 8. Análisis de similitud de porcentajes SIMPER a nivel de ensamble de esponjas, utilizando como factor: sitio. Abreviaciones: DEan: *Dendrilla antarctica*; HYsp: *Hymeniacidon* sp.; ES NI1: Esponja no identificada 1; HAsp: *Halisarca* sp.; HRsp: *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.; HSch: *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*; HSsp: *Haliclona* (*Soestella*) sp.; IOun: *Iophon unicorne*; IOsp1: *Iophon* sp. 1; ISsp2: *Isodictya* sp. 2; MBli: *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*; MOac: *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*; SPan: *Sphaerotylus antarcticus*; TTwe: *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*.

Sitios	Especies	Promedio abundancia PY1	Promedio abundancia PY2	Promedio disimilitud	DE /disimilitud	Contribución %	% Acumulado
1 & 2	HRsp	0,1	0,4	20,7	0,6	21,4	21,4
1 & 2	TTwe	0,2	0,2	11,1	0,5	11,4	32,8
1 & 2	ISsp2	0,0	0,1	10,1	0,4	10,4	43,2
1 & 2	HYsp	0,2	0,1	8,2	0,5	8,5	51,7
1 & 2	DEan	0,3	0,0	8,0	0,4	8,3	59,9
1 & 2	HSsp	0,1	0,2	8,0	0,5	8,3	68,2
1 & 2	HSch	0,0	0,2	7,7	0,3	7,9	76,2
1 & 2	MBli	0,1	0,2	5,9	0,6	6,1	82,3
1 & 2	IOsp1	0,1	0,1	5,2	0,4	5,4	87,7
1 & 2	MOac	0,0	0,1	3,1	0,3	3,2	90,9
Promedio de disimilitud = 97,1%							
		PY1	PY4				
1 & 4	HYsp	0,2	0,4	18,6	0,6	19,3	19,3
1 & 4	HRsp	0,1	0,4	17,4	0,5	18,1	37,4
1 & 4	ISsp2	0,1	0,6	14,3	0,5	14,8	52,2
1 & 4	TTwe	0,2	0,2	8,9	0,5	9,2	61,4
1 & 4	IOsp1	0,1	0,3	7,5	0,6	7,8	69,2
1 & 4	DEan	0,3	0,0	6,1	0,3	6,4	75,6
1 & 4	HSsp	0,1	0,2	5,3	0,4	5,5	81,0
1 & 4	ES NI1	0,0	0,1	4,5	0,2	4,6	85,7
1 & 4	IOun	0,0	0,2	3,7	0,4	3,8	89,5
1 & 4	HSch	0,0	0,1	3,4	0,3	3,5	92,9
Promedio de disimilitud = 96,4%							
		PY2	PY4				
2 & 4	HRsp	0,4	0,4	21,4	0,6	22,8	22,8
2 & 4	HYsp	0,1	0,4	14,2	0,5	15,1	37,8
2 & 4	ISsp2	0,1	0,6	13,7	0,5	14,6	52,4
2 & 4	HSch	0,2	0,1	7,6	0,4	8,1	60,5
2 & 4	IOsp1	0,1	0,3	7,2	0,6	7,7	68,2
2 & 4	HSsp	0,2	0,2	6,5	0,5	6,9	75,1
2 & 4	TTwe	0,2	0,2	5,9	0,5	6,3	81,3
2 & 4	IOun	0,1	0,2	4,9	0,4	5,2	86,5
2 & 4	MBli	0,2	0,1	4,3	0,5	4,61	91,1
Promedio de disimilitud = 93,9%							

Continuación

		PY1	PY5				
1 & 5	DEan	0,3	0,3	21,2	0,7	21,4	21,4
1 & 5	MOac	0,0	0,2	18,1	0,6	18,3	39,7
1 & 5	TTwe	0,2	0,0	12,8	0,4	12,9	52,7
1 & 5	HYsp	0,2	0,0	9,8	0,5	9,9	62,6
1 & 5	HRsp	0,1	0,0	8,2	0,3	8,3	70,9
1 & 5	ISsp2	0,1	0,0	8,2	0,3	8,3	79,2
1 & 5	HSsp	0,1	0,0	4,4	0,3	4,5	83,6
1 & 5	HAsp	0,1	0,0	4,4	0,3	4,4	88,1
1 & 5	SPan	0,0	0,1	3,6	0,3	3,6	91,7
Promedio de disimilitud = 98,8%							
		PY2	PY5				
2 & 5	HRsp	0,4	0,0	22,6	0,6	22,8	22,8
2 & 5	MOac	0,1	0,3	17,7	0,6	17,8	40,6
2 & 5	HSch	0,2	0,0	10,3	0,4	10,3	50,9
2 & 5	ISsp2	0,1	0,0	8,1	0,3	8,1	59,0
2 & 5	DEan	0,0	0,3	7,8	0,4	7,8	66,9
2 & 5	HSsp	0,2	0,0	6,9	0,5	7,0	73,9
2 & 5	MBli	0,2	0,0	6,2	0,6	6,2	80,1
2 & 5	TTwe	0,2	0,0	4,9	0,4	4,9	85,0
2 & 5	IOsp1	0,1	0,0	4,1	0,3	4,1	89,2
2 & 5	SPan	0,0	0,1	2,9	0,3	2,9	92,1
Promedio de disimilitud = 99,3%							
		PY4	PY5				
4 & 5	HRsp	0,4	0,0	18,7	0,5	18,7	18,7
4 & 5	HYsp	0,4	0,0	18,6	0,5	18,6	37,3
4 & 5	ISsp2	0,6	0,0	13,4	0,5	13,4	50,6
4 & 5	MOac	0,0	0,3	9,8	0,4	9,8	60,5
4 & 5	IOsp1	0,3	0,0	7,2	0,5	7,2	67,6
4 & 5	DEan	0,0	0,3	5,7	0,4	5,7	73,4
4 & 5	ES NI1	0,1	0,0	5,6	0,3	5,6	79,0
4 & 5	IOun	0,2	0,0	4,2	0,4	4,2	83,3
4 & 5	TTwe	0,2	0,0	4,2	0,4	4,2	87,3
4 & 5	HSch	0,1	0,0	3,9	0,3	3,9	91,4
Promedio de disimilitud = 100%							

Utilizando el factor profundidad, se obtuvo un porcentaje de disimilitud (SIMPER) de 98% en la cobertura del ensamble de esponjas entre 10 y 20 m. Resalta el hecho de que el 51% de las diferencias entre las profundidades fue a partir de la contribución de sólo 4 especies, *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., *Hymeniacidon* sp., *Isodictya* sp. 2 y *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de similitud de porcentajes SIMPER a nivel de ensamble de esponjas, utilizando como factor: profundidad. Abreviaciones: DEan: *Dendrilla antarctica*; HYsp: *Hymeniacidon* sp.; ES NI1: Esponja no identificada 1; HAsp: *Halisarca* sp.; HRsp: *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp.; HSch: *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis*; HSsp: *Haliclona* (*Soestella*) sp.; IOun: *Iophon unicorne*; IOsp1: *Iophon* sp. 1; ISsp2: *Isodictya* sp. 2; MBli: *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*; MOac: *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata*; SPan: *Sphaerotylus antarcticus*; TTwe: *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae*.

Especies	Promedio abundancia 10 m	Promedio abundancia 20 m	Promedio disimilitud	DE /disimilitud	Contribución %	% Acumulado
HRsp	0,3	0,1	18,2	0,6	18,7	18,7
HYsp	0,2	0,1	12,3	0,5	12,6	31,3
ISsp2	0,3	0,0	11,8	0,4	12,1	43,4
TTwe	0,2	0,1	7,9	0,4	8,2	51,5
MOac	0,0	0,2	7,7	0,4	7,9	59,4
DEan	0,0	0,3	7,7	0,4	7,9	67,3
IOsp1	0,2	0,0	6,1	0,5	6,2	73,6
HSsp	0,2	0,0	6,0	0,4	6,1	79,7
HSch	0,1	0,1	5,2	0,3	5,3	85,0
MBli	0,1	0,0	3,3	0,4	3,4	88,4
IOun	0,2	0,0	3,3	0,3	3,3	91,8
Promedio de disimilitud = 97,7%						

Mediante los gráficos de ordenación nMDS a nivel de cuadrante, se observó que las especies de esponjas de mayor abundancia (*Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., *Hymeniacidon* sp. e *Isodictya* sp. 2) fueron más abundantes a 10 m y principalmente distribuidas en Cabo Kemp y Bahía Sur (PY1 y PY2). Por otro lado, no se detectaron patrones claros de distribución en la abundancia del ensamble de esponjas, observando una nube de datos dispersa entre todos los sitios y profundidades de muestreo (Fig. 49-51).

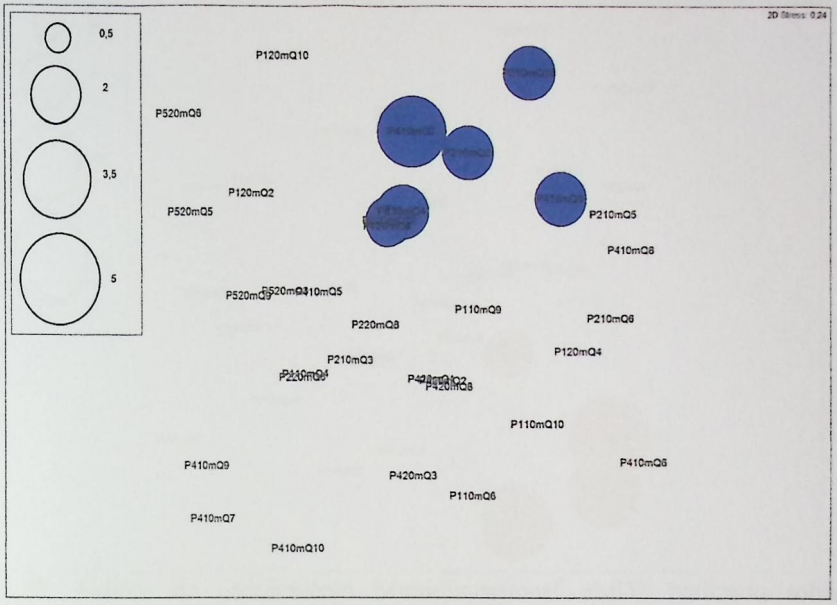


Figura 49. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos azules la cobertura de *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. Códigos (ej. P410mQ1) representan sitio (P4), profundidad (10m) y n° de cuadrante (Q1) respectivamente. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada.

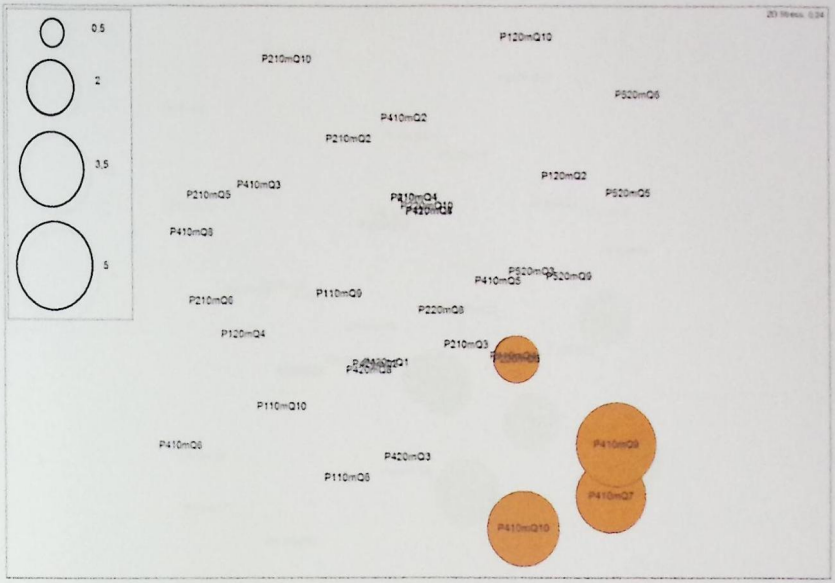


Figura 50. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos naranjas la cobertura de *Isodictya* sp. 2. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada.



Figura 51. Análisis de Escalamiento Multidimensional nMDS realizado sobre la abundancia de esponjas a nivel de cuadrante. Se graficó en círculos verdes la cobertura de *Hymeniacidon* sp. Se utilizó matriz de similitud Bray-Curtis y transformación de raíz cuadrada.

La cobertura de esponjas no presentó diferencias significativas entre los factores sitios de muestreo, profundidad y sustrato mediante test PERMANOVA (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis permutacional de la varianza (PERMANOVA) basado en la matriz de similitud Bray-Curtis, para medir el efecto del sitio de muestreo (PY1, 2, 4 y 5); profundidad (10 y 20 m) y sustrato (roca, grava y sedimento blando) sobre la cobertura del ensamble de esponjas a nivel de cuadrante. Las diferencias estadísticas fueron testeadas usando 9999 permutaciones bajo un modelo reducido. *$P < 0,01$.

Factor	df	MS	*F*	*P*
Sitio de muestreo	3	1549,4	1,2	0,2
Profundidad	1	547,7	0,7	0,6
Sustrato	2	1356,0	1,3	0,3
Sitio x Profundidad	3	783,6	0,6	0,8
Sitio x Sustrato	5	1068,2	0,9	0,7
Profundidad x Sustrato	2	784,1	0,7	0,8
Sitio x Profundidad x Sustrato	3	1212,4	0,9	0,5
Residual	55	1251,9		
Total	74			

DISCUSIÓN

Composición taxonómica del ensamble de esponjas

Mediante el análisis taxonómico de un total de 78 muestras de esponjas colectadas en diferentes sitios y profundidades (10 y 20 m) se identificó un total de 16 especies en el área de estudio en torno a Bahía Sur, Isla Doumer (Península Antártica). Esta cifra es mayor a lo registrado en estudios previos alrededor y en las cercanías de la isla (Zamorano 1983; Amsler *et al.* 2009; Cárdenas *et al.* 2016b). Existen escasos trabajos realizados en el área de estudio; Zamorano (1983) describió la macrofauna bentónica de la isla y reportó sólo 4 especies de esponjas, siendo observadas entre 20 a 30 m de profundidad. Por otro lado, Cárdenas *et al.* (2016b) estudió la riqueza de especies de esponjas asociadas a macroalgas en la isla, reportando una riqueza de 10 especies entre 10 y 20 m de profundidad. En Isla Anvers, perteneciente al grupo de islas del Archipiélago Palmer, se estudiaron asociaciones entre anfípodos y esponjas, describiendo un alto número de especies de anfípodos asociados a 12 especies de esponjas encontradas entre 5 a 40 m de profundidad (Amsler *et al.* 2009). El número reportado en el presente estudio es además superior a lo descrito para otros sitios en Antártica, Dayton *et al.* (2016), reportó entre 1-11 especies en un rango de profundidad entre 5 y 35 m en McMurdo Sound, Antártica Oriental. Por otro lado, Clark *et al.* (2011) reportó 7 especies entre 6 y 12 m de profundidad en las islas Beall y Shirley, Tierra de Wilkes (Antártica Este).

Todas las especies identificadas pertenecen a la clase Demospongiae, lo cual coincide con lo reportado alrededor del área de estudio (Zamorano 1983; Amsler *et al.*

2009; Cárdenas *et al.* 2016b). Sólo Zamorano (1983) reporta además la presencia de *Rosella nuda*, perteneciente a la clase Hexactinellida, entre los 20 m (profundidad de estudio) y 30 m. Las demosponjas son la más diversa y numerosa clase de esponjas antárticas, con 293 especies descritas a la fecha de las cuales 112 son endémicas, representando el 75% de esponjas en el Océano Austral y dominando en términos de riqueza de especies las comunidades bentónicas alrededor de la Península Antártica (Koltun 1969; Sara *et al.* 1992; Downey *et al.* 2012; Gocke & Janussen 2013; Janussen & Downey 2014; Kersken *et al.* 2016). Estas especies se distribuyen en 11 órdenes entre los cuales Poecilosclerida es el más abundante (55%), seguido por Haplosclerida (17%) (McClintock *et al.* 2005), lo cual coincide con los resultados obtenidos, ya que se obtuvo un total de 6 órdenes, donde la mayor cantidad de especies observadas (9 y 3 especies) correspondieron a Poecilosclerida y Haplosclerida respectivamente. Junto a lo anterior se identificaron 11 familias y 11 géneros, 6 de los cuales pertenecieron al orden Poecilosclerida (*Clathria*, *Iophon*, *Isodictya*, *Mycale*, *Myxilla* y *Tedania*). Los géneros *Iophon* e *Isodictya*, junto con *Haliclona* (Orden Haplosclerida) presentaron la mayor riqueza de especies (2-3), siendo algunos de los géneros de demosponjas descritos con mayor riqueza de especies (Janussen & Downey 2014).

Respecto a la riqueza taxonómica alrededor de la isla y otros sitios del Archipiélago Palmer, estudios previos reportan un total de 18 géneros (*Artemisina*, *Calyx*, *Clathria*, *Crella*, *Dragmacidon*, *Dendrilla*, *Haliclona*, *Haliclonissa*, *Hemigellius*, *Hymeniacidon*, *Isodictya*, *Kirkpatrikia*, *Lissodendoryx*, *Mycale*, *Myxilla*, *Rosella*, *Sphaerotylus* y *Suberites*) y 23 especies (*Artemisina plumosa*, *Artemisina* sp., *Calix arcuaris*, *Clathria flabellata*, *C.*

sp. 1, *Crella* sp., *Dendrilla antarctica*, *D. membranosa*, *Dragmacidon* sp., *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp. 1, *H.* (*Gellius*) sp. 1, *Haliclonissa verrucosa*, *Hemigellius* sp., *Hymeniacidon torquata*, *Isodictya erinacea*, *I. lankesteri*, *Kirkpatrikia variolosa*, *Lissodendoryx ramilobosa*, *Mycale* (*Oxymycale*) *acerta*, *Myxilla* sp., *Rosella nuda*, *Sphaerotylus antarcticus*) y *Suberites caminatus*) (Zamorano 1983; Amsler *et al.* 2009; Cárdenas *et al.* 2016b). Dentro de las esponjas identificadas en el presente estudio, 8 géneros (*Clathria*, *Dendrilla*, *Haliclona* (*R.*), *Hymeniacidon*, *Isodictya*, *Mycale*, *Myxilla* y *Sphaerotylus*) y sólo 3 especies (*Dendrilla antarctica*, *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata* y *Sphaerotylus antarcticus*) coinciden con la riqueza taxonómica descrita para el área de estudio, por esto el resto de los géneros y especies identificadas constituyen una contribución al conocimiento sobre la riqueza taxonómica de esponjas presentes en Isla Doumer y la Península Antártica.

De las muestras analizadas, las especies de mayor frecuencia fueron *Hymeniacidon* sp. (13), *Haliclona* (*Soestella*) sp. (10) y *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* (9), pertenecientes a los órdenes Suberitida, Haplosclerida y Poecilosclerida, respectivamente. Esto difiere respecto a lo descrito por Zamorano (1983) en Bahía Sur, y también otros autores en el área de McMurdo Sound, Antártica Oriental (Dayton *et al.* 1970, 1974) que describen a *Mycale* (*Oxymycale*) *acerata* como la especie de mayor abundancia en las comunidades bentónicas antárticas. En el presente estudio, *M.* (*O*). *acerata* presentó coberturas ≤1% y sólo se observó en 7 muestras.

Dentro de las especies analizadas existen 5 probables especies nuevas, que corresponden a *Clathria* (*Axosuberites*) sp., *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., *Isodictya* sp. 1 y 2,

estas se diferenciaron de otras posibles descritas para Antártica por presentar distintos tipos y tamaños de espículas. La quinta corresponde a *Halisarca* sp., la cual presentó diferente coloración, sin embargo este género requiere análisis enfocados en las cámaras coanocíticas (van Soest 2010a; Willenz *et al.* 2016). Si bien se han realizado avances significativos en taxonomía de esponjas, el conocimiento aún es limitado en el Océano Austral, especialmente en aguas someras (Hooper & van Soest 2002; van Soest *et al.* 2012a,b; Janussen & Downey 2014). Por esto es necesario continuar trabajando en la taxonomía de estas muestras para realizar una descripción formal de las especies, las cuales requieren análisis en mayor detalle de las espículas así como de las cámaras coanocíticas en el último caso.

Análisis de patrones de distribución

Contribución de las esponjas a la comunidad epibentónica

En términos de abundancia a nivel comunitario, el ensamble de esponjas contribuyó entre 2-6%, sin embargo los organismos dominantes fueron las algas rojas del subdosel y crustosas (Fig. 42; Tabla 3). La contribución de las esponjas en este estudio fue baja en comparación a otros trabajos en aguas sublitorales que reportan coberturas superiores a 55% e incluso cercanas a 100% en sitios como McMurdo Sound, Antártica Oriental (Dayton *et al.* 1974, 2016; Barthel 1992b). Sin embargo, cabe destacar que dichos reportes son de profundidades superiores a 20 m, mientras que en zonas inferiores a dicha profundidad se reporta ausencia o escasa presencia de esponjas (Dayton *et al.* 1974; Barnes

1995a, b; Zamorano 1983; Gutt & Piepenburg 2003; Brown *et al.* 2004; Smale *et al.* 2007a). Por otro lado, los briozoos fueron los organismos de menor contribución, contrario a lo descrito para otros sitios del continente, donde los briozoos pueden alcanzar coberturas del 90% (Barnes & Brockington 2003). Otros grupos taxonómicos descritos como componentes importantes de las comunidades antárticas, como ascidias y anélidos (Winston 1983; Galerón *et al.* 1992; Barnes & Brockington 2003) no fueron observados en los cuadrantes estudiados.

Ensamble de esponjas

Riqueza y abundancia

Los resultados a partir del análisis de fotocuadrantes permitieron observar una riqueza total de 17 especies de esponjas en el área de estudio, aunque posiblemente el número sea mayor a 22 (Fig. 43; Tabla 5). Del total de especies observadas, 16 coincidieron con las identificadas en los análisis taxonómicos.

A nivel de sitio, los mayores valores de riqueza de especies se encontraron en Bahía Sur (PY1, PY2) y Cabo Kemp (PY4), observando que la riqueza varío entre 10 y 11 especies. Los resultados de la curvas de acumulación de especies indicaron que la riqueza de dichos sitios podría aumentar levemente en relación a la riqueza observada, siendo PY1 y PY2 los sitios con mayor número de especies. El sitio PY5 frente Canal Peltier presentó la menor riqueza de especies (3) (Tabla 5) y no exhibió aumento a través del análisis de curvas de acumulación de especies. En general el muestreo fue representativo, observando que muchas de las curvas de acumulación alcanzaron la asíntota (Fig. 44-45; Tabla 5).

Lo observado frente a Canal Peltier se puede deber a la presencia de sustrato blando, el cual presentó una cobertura de 65% a 10 m de profundidad (Fig. 42, 48). La diversidad y abundancia de organismos sésiles puede ser afectada negativamente por factores físicos, como altas tasas de sedimentación, observadas principalmente en superficies horizontales (Hedgpeth 1969; Carballo 2006; Clark *et al.* 2017). Estas condiciones se presentaron en Canal Peltier, observando que la riqueza y abundancia de esponjas fue la menor a nivel de sitio (1,5%) (Fig. 42, 48; Tabla 3). Además se observó que en el resto de los sitios hubo mayor inclinación en el sustrato (observación personal), descrito como uno de los factores que regulan y reducen las tasas de sedimentación, niveles de luz e impactos de témpanos de hielo, incrementando la heterogeneidad biológica de los sitios (Preciado & Maldonado 2005; Cárdenas *et al.* 2012; Clark *et al.* 2017). Si bien las observaciones de inclinación corresponden a observaciones personales, es necesario considerar dicho factor en futuros estudios, pudiendo ser un factor clave en la regulación de la presencia o ausencia de esponjas en las aguas sublitorales en el área de estudio.

Contrario a la hipótesis establecida, no hubo un patrón claro de distribución ni diferencias en la riqueza de especies de esponjas entre los sitios de muestreo ubicados en los canales y dentro de la bahía (Tabla 7). Lo anterior podría deberse a similares condiciones oceanográficas entre los sitios de muestreo (bahía y canales), y de esta forma eventos de *EEPT* podrían estar actuando en similar magnitud en el área de estudio, no observando diferencias entre los cuatro sitios de muestreo. Diferentes estudios describen el gran dinamismo que posee el ambiente costero antártico y mencionan la importancia de las condiciones ambientales en la estructuración de las comunidades bentónicas, describiendo

que fenómenos naturales como el *EEPT* pueden variar enormemente en escala, intensidad y frecuencia entre diferentes sitios alrededor del continente, generando enormes disturbios físicos y como consecuencia comunidades sublitorales biológicamente heterogéneas y en diferentes estados de recuperación (Barnes 1995b, 2002, 2005; Gutt *et al.* 1996; Gutt & Starmans 2001; Gutt & Piepenburg 2003; Smale 2008; Barnes 2016).

Al analizar la riqueza de especies por profundidad, se observa que ésta es mayor a 10 m tanto en la riqueza observada y estimada. PY4 en Cabo Kemp y PY2 en Bahía Sur a 10 m fueron los sitios con mayor riqueza, PY2 pudiendo aumentar incluso a más de 15 especies. El patrón se dio en todos los sitios excepto en PY5, no presentando especies a 10 m (Fig. 46-47; Tabla 6). Si bien el patrón fue claro, no hubo diferencias significativas en la riqueza de especies observada entre 10 y 20 m de profundidad (Tabla 7), lo cual podría ser explicado por la poca diferencia batimétrica entre las profundidades de estudio.

La profundidad es una importante variable que influye en los patrones de distribución de los organismos bentónicos (Barnes & Brockington 2003; Smale 2008; Cárdenas *et al.* 2012). Numerosos estudios reportan ausencia o escasa presencia de esponjas a profundidades inferiores a 20 m, restringiendo su presencia sólo a parches (Dayton *et al.* 1974; Barnes 1995a, b; Zamorano 1983; Gutt & Piepenburg 2003; Brown *et al.* 2004; Smale *et al.* 2007a), volviéndose un componente conspicuo y dominante a partir de los 20 m de profundidad, aumentando gradualmente en abundancia y riqueza de especies conforme incrementa la profundidad (Dayton *et al.* 1970, 1974; Zamorano 1983; Barnes & Brockington 2003, Smale 2008). Los resultados del presente estudio constituyen una contribución al conocimiento sobre la presencia y distribución de los ensambles de

esponjas en el sublitoral somero (menor a 20 m de profundidad). Asimismo, al no encontrar diferencias en la riqueza de especies entre las profundidades de estudio, no se cumple la hipótesis establecida por profundidad (mayor riqueza de especies a mayor profundidad), basada en los estudios que apoyan el esquema de zonificación batimétrico (Dayton *et al.* 1974; Zamorano 1983; Barnes 1999; Nonato *et al.* 2000; Barnes & Brockington 2003; Brown *et al.* 2004; Barnes 2005; Smale *et al.* 2007a). Es posible que la falta de diferencias se deba a que las profundidades escogidas representan sólo una pequeña franja batimétrica en la distribución de las esponjas y por ello no existen diferencias marcadas. Junto a lo anterior, es posible que la distribución tienda a ser tipo parche o contagiosa (aleatoria), particular de ambientes biológicamente heterogéneos y dinámicos, que en Antártica son generadas principalmente a partir de eventos de *EEPT*, y que en conjunto a características propias del macrobentos, como las lentas tasas de crecimiento individual de las esponjas, pueden generar parches de distribución en diferentes estados de sucesión (Gutt & Koltun 1995; Gutt & Starmans 2003; Seiler & Gutt 2007; Smale 2008; Gutt *et al.* 2013; Barnes 2016).

Respecto a la abundancia del ensamble de esponjas, se observó que la cobertura varió entre 2 a 6% entre los sitios, observando la mayor cobertura en Cabo Kemp (6%), mientras que el resto fue menor a 3% (Fig. 42). De igual forma, la mayor cobertura por profundidad fue en Cabo Kemp (11%), mientras que el resto fue menor a 5% (Fig. 48). Los valores de disimilitud de abundancia entre sitios y profundidades fueron mayores a 90%, siendo *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., *Hymeniacidon* sp. e *Isodictya* sp. 2 las especies de mayor contribución en tales diferencias (Tabla 8-9). Pese a estas disimilitudes, no hubo

diferencias (Tabla 10) ni un patrón de distribución claro en la abundancia del ensamble de esponjas entre los sitios y profundidades de estudio (Figs. 49-51).

Los resultados observados, junto a la ausencia de un patrón de distribución en la abundancia del ensamble de esponjas, reafirman que se trata de un ambiente biológicamente heterogéneo y dinámico (Gutt & Starmans 2003; Seiler & Gutt 2007; Smale 2008), y apoyan la idea de una distribución tipo parche o contagiosa. Es posible que se encuentra mediada por el efecto erosivo producido por los numerosos témpanos de hielo que ingresan a Bahía Sur, provenientes de los canales adyacentes (observaciones *in situ*; C. Cárdenas *com. pers.*), regulando de esta forma la diversidad y abundancia del ensamble de esponjas y al resto de la comunidad (Gutt & Koltun 1995; Gutt & Starmans 2003; Seiler & Gutt 2007; Smale 2008; Gutt *et al.* 2013; Barnes 2016).

Conclusiones

A partir de nuestros resultados es posible que sólo se abarcó un ensamble de esponjas. Esto debido a que no se detectaron diferencias en riqueza de especies ni abundancia entre los sitios ni profundidades de estudio, más bien estas fueron similares. Junto a lo anterior, no se observó un patrón de distribución claro entre los sitios de canales y bahía, ni una distribución batimétrica marcada entre 10 y 20 m de profundidad. Por lo anterior ambas hipótesis de estudio son rechazadas.

Es probable que la falta de un patrón de zonificación batimétrico y la similitud en los valores de riqueza de especies y de abundancia, se deban en parte a que las profundidades muestreadas consideran sólo un pequeño espectro del sublitoral somero,

donde el ensamble de esponjas no muestra un patrón marcado de distribución, más bien es similar. Por otro lado, se sabe que en Antártica la zona sublitoral somera puede llegar a presentar altos niveles de disturbios físicos, principalmente ligados a eventos de *EEPT*, los cuales pueden eliminar todo rastro de zonificación batimétrica entre los 10 y 20 m de profundidad (Barnes 1995b, 2002, 2005; Gutt *et al.* 1996; Gutt & Starmans 2001; Gutt & Piepenburg 2003; Smale 2008; Barnes 2016), y restringir la presencia de esponjas sólo a través de una distribución en parches aleatorios (Gutt & Koltun 1995; Gutt & Starmans 2003; Seiler & Gutt 2007; Smale 2008; Gutt *et al.* 2013; Barnes 2016).

Cabe destacar que si bien no se encontró un patrón de distribución claro, tanto la riqueza observada como estimada fue mayor a 10 m de profundidad. Lo anterior puede estar relacionado con la intensidad y frecuencia con que ocurren los eventos de *EEPT* en el área de estudio. Es posible que a 10 m la frecuencia de eventos de *EEPT* haya sido menor en comparación a 20 m, permitiendo de esta forma la presencia de parches de esponjas distribuidos aleatoriamente en torno a dicha profundidad.

Por otro lado, es posible que la marcada presencia de algunas especies de macroalgas en torno a los 10 m en el área de estudio, por ejemplo *Himmantothallus grandifolius* y *Desmarestia* spp. (Zamorano 1983; Cárdenas *et al.* 2016b), esté permitiendo el desarrollo de interacciones biológicas positivas, como la facilitación alga-esponja, la cual ha sido sugerida para la Península Antártica (Cárdenas *et al.* 2016b), aumentando los niveles de diversidad de las esponjas en las aguas del sublitoral somero debido a los beneficios que podría presentar este tipo de interacción para las esponjas, como por ejemplo

protección contra depredadores y remoción de competidores espaciales (Wernberg *et al.* 2005; Smale *et al.* 2011; Cárdenas *et al.* 2016a,b).

El cambio climático y su efecto sobre el aumento de la temperatura del aire y de las aguas superficiales, conlleva a la aceleración del retroceso de glaciares, colapso de plataformas de hielo y a la reducción en la duración del hielo marino, amenazando la supervivencia de la comunidad bentónica (Barnes 2005) y generando de esta forma las condiciones para que la Península Antártica y el resto del continente experimenten un fuerte incremento en los disturbios físicos generados a partir del *EEPT* (Gutt *et al.* 1996; Parkinson 2004; Smale 2008; Barnes & Souster 2011; Stammerjohn *et al.* 2012; Barnes *et al.* 2014; Barnes 2016), y así potenciando la presencia de distribuciones tipo parche y generando ambientes biológicamente más heterogéneos (Smale *et al.* 2007a,b; Smale 2008; Barnes 2016; Clark *et al.* 2017). Es por esto que resulta necesario seguir mejorando el conocimiento y comprensión de los patrones espaciales y temporales actuales de las esponjas, así como aspectos relacionados a su diversidad y abundancia (Keith *et al.* 2013), siendo el presente estudio una importante línea base para que en estudios posteriores se puedan determinar los cambios en el ensamble de esponjas y su relación con el cambio climático.

Para estudios futuros es necesario considerar diferentes aspectos, especialmente la variable temporal y medir la influencia de *EEPT* en torno a Bahía Sur, considerando frecuencia, intensidad y profundidad de los eventos. Agregar una profundidad mayor a 20 m para visualizar si existe realmente zonificación batimétrica desde dicha profundidad en torno al área de estudio. También es necesario medir la inclinación del sustrato, descrito

como un factor que afecta la presencia o ausencia de organismos sésiles en la zona sublitoral al regular tasas de sedimentación, luz, y grado de disturbios físicos producidos por *EEPT* (Preciado & Maldonado 2005; Cárdenas *et al.* 2012; Clark *et al.* 2017). Por último, evaluar las interacciones entre macroalgas y esponjas, ya que como se mencionó, es posible que a 10 m de profundidad, la mayor riqueza observada de especies fuera mediada en parte por el refugio que entregan las macroalgas presentes en el área de estudio.

LITERATURA CITADA

AADC. 2017. Australian Antarctic Data Centre, Data management and spatial services. < https://data.aad.gov.au/aadc/gaz/display_name.cfm?gaz_id=105461>.

AAUS. 2011. Standards for scientific diving. The American Academy of Underwater Sciences 1-82.

Aerts LAM & RWM van Soest. 1997. Quantification of sponge/coral interactions in a physically stressed reef community, NE Colombia. Marine Ecology Progress Series 148: 125-134.

Amsler MO, JB McClintock, CD Amsler, RA Angus & BJ Baker. 2009. An evaluation of sponge-associated amphipods from the Antarctic Peninsula. Antarctic Science 21(6): 579-589.

Anderson MJ, RN Gorley & KR Clarke. 2008. Permanova + for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth.

Anjum K, SQ Abbas, SAA Shah, N Akhter, S Batool & SS ul Hassan. 2016. Marine sponges as a drug treasure. Biomolecules & Therapeutics 24(4): 347-362.

Ávila E, AK Ávila-Garcia & JA Cruz-Barraza. 2015. Temporal and small-scale spatial variations in abundance and biomass of seagrass-dwelling sponges in a tropical estuarine system. Marine Ecology 36: 623-36.

Barker PF, GM Filippelli, F Floindo, EE Martin & HD Scher. 2007. Onset and Role of the Antarctic Circumpolar Current. Deep-Sea Research II 54: 2388-2398.

Barnes DKA. 1995a. Sublittoral epifaunal communities at Signy Island, Antarctica. I. The ice foot zone. Marine Biology 121: 555-563.

Barnes DKA. 1995b. Sublittoral epifaunal communities at Signy Island, Antarctica. II. Below the ice foot zone. Marine Biology 121: 565-572.

Barnes DKA. 1999. The influence of ice on polar nearshore benthos. Journal of Marine Biology Association UK 79: 401-407.

Barnes DKA. 2002. Polarisation of competition increases with latitude. Proceedings of the Royal Society of London B 1504: 2061-2069.

Barnes DKA. 2005. Changing chain: past, present and future of the Scotia Arc´s and Antarctica´s shallow benthic communities. Scientia Marina 69(2): 65-89.

Barnes DKA. 2007. A guide to Antarctic nearshore marine life, 2nd Edition. British Antarctic Survey, Natural Environment Research Council. (Guía de especies).

Barnes DKA. 2016. Iceberg killing fields limit huge potential for benthic blue carbon in Antarctic shallows. Global Change Biology doi: 10.1111/ gcb.13523.

Barnes DKA. 2017. Polar zoobenthos blue carbon storage increases with sea ice losses, because across-shelf growth gains from longer algal bloms outweigh ice scour mortality in the shallows. Global Change Biology doi: 10.1111/gcb.13772.

Barnes DKA & S Brockington. 2003. Zoobenthic biodiversity, biomass and abundance at Adelaide Island, Antarctica. Marine Ecology Progress Series 249: 145-155.

Barnes DKA & T Souster. 2011. Reduced survival of Antarctic benthos linked to climate-induced iceberg scouring. Nature Climate Change 1: 365-368.

Barnes DKA, M Fenton & A Cordingley. 2014. Climate-linked iceberg activity massively reduces spatial competition in Antarctic shallows waters. Current Biology 24: 553-554.

Barott KL, GJ Williams, MJA Vermeij, J Harris, JE Smith, FL Rohwer & SA Sandin. 2012. Natural history of coral–algae competition across a gradient of human activity in the Line Islands. Marine Ecology Progress Series 460: 1–12.

Barthel DJ. 1992a. Do hexactinellids structure Antarctic sponge associations? Ophelia 36: 111-118.

Barthel D. 1992b. Antarctic hexactinellids: A taxonomically difficult, but ecologically important benthic component. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 85: 271-276.

Barthel D & J Gutt. 1992. Sponge associations in the Eastern Weddell Sea. Antarctic Science 4: 137-150.

Barthel D, J Gutt & OS Tendal. 1991. New information on the biology of Antarctic Deep-water sponges derived from underwater photography. Marine Ecology Progress Series 69: 303-307.

Bauman AG, JA Burt, DA Feary, E Marquis & P Usseglio. 2010. Tropical harmful algal blooms: An emerging threat to coral reef communities? Marine Pollution Bulletin 60: 2117-2122.

Becerro MA, RW Thacker, X Turon, MJ Uriz & VJ Paul. 2003. Biogeography of sponge chemical ecology: comparisons of tropical and temperate defenses. Oecologia 135: 91-101.

Bell JJ. 2002. The sponge community in a semi-submerged temperate sea cave: density, diversity and richness. PSZN I Marine Ecology 23: 297-311.

Bell JJ. 2008. The functional roles of marine sponges. Estuarine, Coastal and Shelf Science 79: 341- 353.

Bell JJ & DKA Barnes. 2000a. A sponge diversity centre within a marine 'island'. Hydrobiologia 440: 55-64.

Bell JJ & DKA Barnes. 2000b. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within a temperate sea lough: inclined cliff surfaces. Diversity and Distribution 6: 305-323.

Bell JJ & DKA Barnes. 2000c. The influences of bathymetry and flow regime upon the morphology of sublitoral sponge communities. Journal of Marine Biological Association UK 80: 707-718.

Bell JJ & DKA Barnes. 2001. Sponge morphological diversity: a qualitative predictor of species diversity ? Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 11: 109-21.

Bell JJ & DKA Barnes. 2002. Modelling sponge species diversity using a morphological predictor: A tropical test of a temperate model. Journal for Nature Conservation 10: 41-50.

Bell JJ & DKA Barnes. 2003. Effect of disturbance on assemblages: an example using porifera. Biological Bulletin 205: 144-159.

Bell JJ & D Smith. 2004. Ecology of sponge assemblages (Porifera) in the Wakatobi region, south-east Sulawesi, Indonesia: richness and abundance. Journal of Marine Biology Association UK 84: 581-591.

Berman J, M Burton, R Gibbs, K Lock, P Newman, J Jones & J Bell. 2013. Testing the suitability of a morphological monitoring approach for identifying temporal variability in a temperate sponge assemblage. Journal for Nature Conservation 21: 173-182.

Blunt JW, BR Copp, WP Hu, MH Munro, PT Northcote & MR Prinsep. 2009. Marine natural products. Natural Products Report 26(2): 170-244.

Bonanomi G, G Incerti & S Mazzoleni. 2011. Assessing occurrence, specificity, and mechanisms of plant facilitation in terrestrial ecosystems. Plant Ecology 212: 1777–1790.

Boury-Esnault N. 2006. Systematics and evolution of Demospongiae. Canadian Journal of Zoology 84: 205-224.

Boury-Esnault N & K Rutzler. 1997. Thesaurus of sponge morphology. Smithsonian contributions to zoology. Smithsonian Institution Press, N° 596.

Boury-Esnault N & R van Soest. 2017. *Halisarca magellanica* Topsent, 1901. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de

Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M-C Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. World Porifera database. Accessed at http://marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=166042 on 2017-09-01.

Bromberg S, EF Nonato, TN Corbisier & MAV Petti. 2002. Polychaete distribution in the nearshore zone of Martel Inlet, Admiralty Bay (King George Island, Antarctica). Bulletin of Marine Science 67: 175-188.

Brown KM, KPP Fraser, DKA Barnes & LS Peck. 2004. Links between the structure of an Antarctic shallow-water community and ice-scour frequency. Oecologia 141: 121-129.

Brueggeman P. 2003. Diving under antarctic ice: A history. Scripps Institution of Oceanography Technical Report.

Burton M. 1932. Sponges. Discovery Reports 6: 237-392.

Burton M. 1934. Sponges. Further Zoological Results of the Swedish Antarctic Expedition 1901-1903 III, pp. 1-58.

Campos M, B Mothes & IL Veitenheimer-Mendes. 2007. Antarctic sponges (Porifera, demospongiae) of the South Shetland Islands and vicinity. Part I. Spirophorida, Astrophorida, Hadromerida, Halichondrida and Haplosclerida. Revista Brasileira de Zoologia CCCA 24: 687-708.

Carballo JL. 2006. Effect of natural sedimentation on the structure of tropical rocky sponge assemblages. Ecoscience 13: 119-130.

Cárdenas CA & A Montiel. 2015. The influence of depth and substrate inclination on sessile assemblages in subantarctic rocky reefs (Magellan region). Polar Biology, 10.1007/s00300-015-1729-5.

Cárdenas CA, SK Davy & JJ Bell. 2012. Correlations between algal abundance, environmental variables and sponge distribution patterns on southern hemisphere temperate rocky reefs. Aquatic Biology 16: 229-239.

Cárdenas CA, SK Davy & JJ Bell. 2016a. Influence of canopy-forming algae on temperate sponge assemblages. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 96(2): 351-362.

Cárdenas CA, EM Newcombe, E Hajdu, M Gonzalez-Aravena, SW Geange & JJ Bell. 2016b. Sponge richness on algae-dominated rocky reefs in the Western Antarctic Peninsula and the Magellan Strait. Polar Research 35: 30532.

Cheshire AC & CR Wilkinson. 1991. Modelling the photosynthetic production by sponges on Davies Reef, Great Barrier Reef. Marine Biology 109: 13-18.

Clark GF, JS Stark, LA Perrett, NA Hill & EL Johnston. 2011. Algal canopy as a proxy for the disturbance history of understory communities in Eas Antarctica. Polar Biology 34: 781-790.

Clark GF, JS Stark, AS Palmer, MJ Riddle & EL Johnson. 2017. The roles of sea-ice, light and sedimentation in structuring shallow Antarctic benthic communities. PLoS ONE 12(1): e0168391.

Clarke A & NM Johnston. 2003. Antarctic marine benthic diversity. Oceanography and Marine Biology 41: 47-114.

Clarke KR & RN Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, pp. 192.

Clarke A & JA Crame. 2010. Evolutionary dynamics at high latitudes: speciation and extinction in polar marine faunas. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 365: 3655-3666.

Clarke KR & RN Gorley. 2015. PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, pp. 296.

Clarke KR, RN Gorley, PJ Somerfield & RM Warwick. 2014. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 3rd edition. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.

Clarke A, EJ Murphy, MP Meredith, JC King, LS Peck, DKA Barnes & RC Smith. 2007. Climate change and the marine ecosystem of the western Antarctic Peninsula. Philosophical Transactions of the Royal Society B 362: 149-166.

Colwell RK. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: http://purl.oclc.org/estimates.

Connell JH. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. American Naturalist 122: 661–696.

Corredor JE, CR Wilkinson, VP Vincente, JM Morell & E Otero. 1988. Nitrate release by Caribbean reef sponges. Limnology and Oceanography 33: 114-120.

Cousteau F. 2006. Reinos de la vida marina, Esponjas. En: Cousteau F (ed.). Océano, el último rincón del mundo salvaje al descubierto, pp. 260-261. Dorling Kindersley Ltda., Londres.

Cousteau J & F Dumas. 1953. The silent world: A story of undersea discovery and adventure. Harper Brothers, New York, pp. 266.

Dayton PK. 1971. Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. Ecological Monographs 41: 351-389.

Dayton PK. 1989. Interdecadal variation in an Antarctic sponge and its predators from oceanographic climate shifts. Science 245: 1484-1486.

Dayton PK, GA Robilliard & AL DeVries. 1969. Anchor ice formation in McMurdo Sound, Antarctica, and its biological effects. Science 163: 273-274.

Dayton PK, AR Gordon & RT Paine. 1970. Benthic Faunal Zonation as a Result of Anchor Ice at McMurdo Sound, Antarctica. In: MW Holgate (ed). Antarctic Ecology, pp. 244-257. Academic Press, London.

Dayton PK, GA Robilliard, RT Paine & LB Dayton. 1974. Biological accommodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica. Ecological Monographs 44: 105-128.

Dayton PK, J Jarrell, S Kim, S Thrush, K Hammerstrom, M Slattery & E Parnell. 2016. Surprising episodic recruitment and growth of Antarctic sponges: Implications for ecological resilience. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 482: 38-55.

De Broyer C, Y Scailteur, G Chapelle & M Rauschert. 2001. Diversity of epibenthic habitats of gammaridean amphipods in the eastern Weddell Sea. Polar Biology 24: 744-753.

De Broyer C, A Clarke, P Koubbi, E Pakhomov, F Scott, W Vanden Berghe & B Danis. 2010. The SCAR-MarBIN Register of Antarctic Marine Species (RAMS) at /http://www.scarmarbin.be/rams.php?p=taxdetails&id=1135 on 2010-03-12S.

de Goeij JM, H Van Den Berg, MM Van Oostveen, EHG Epping & FC Van Duyl. 2008. Major bulk disolved organic carbón (DOC) removal by encrusting coral reef cavity sponges. Marine Ecology Progress Series 357: 139-151.

de Goeij JM, D Van Oevelen, MJA Vermeij, R Osinga, JJ Middelburg, AFPM De Goeij & W Admiraal. 2013. Surviving in a marine desert: the sponge loop retains resources within coral reefs. Science 342(6154): 108-110.

Dell RK. 1972. Antarctic Benthos. Advances in Marine Biology 12: 1-216.

Desqueyroux-Faúndez R. 1989. Demospongiae (Porifera) del litoral chileno antártico. Serie Científica INACH 39: 97-158.

Díaz MC & BB Ward. 1997. Sponge mediated nitrification in benthic tropical communities. Marine Ecology Progress Series 156: 97–107.

Díaz MC & K Rutzler. 2001. Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. Bulletin of Marine Science 69: 535 – 546.

Díaz MC, B Alvarez & RA Laughlin. 1990. The sponge fauna on a fringing coral reef in Venezuela, II: community structure. In: Rutzler K (ed). New perspectives in sponge biology, pp. 367-375. Smithsonian Institution Press, London

Downey RV, HJ Griffiths, K Linse & D Janussen. 2012. Diversity and distribution patterns in high southern latitude sponges. PLoS ONE 7: e41672.

Drygalski EV. 1989. The Southern Ice-Continent, the German South Polar Expedition aboard the Gauss 1901-1903. Erich von Drygalski. Translated by Raraty MM. Bluntisham Books, UK.

Fillinger L, D Janussen, T Lundalv & C Richter. 2013. Rapid Glass sponge expansion after climate-induced Antarctic ice shelf collapse. Current Biology 23: 1-5.

Francini-Filho RB, RL Moura, FL Thompson, RM Reis, L Kaufman, RKP Kikuchi & ZMAN Leao. 2008. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). Marine Pollution Bulletin 56: 1008-1014.

Galerón J, RL Herman, PM Arnaud, WE Arntz, S Hain & M Klages. 1992. Macrofaunal communities on the continental shelf and slope of the southeastern Weddell Sea, Antarctica. Polar Biology 3: 283-290.

Gambi Mc, M Lorentini, GF Russo & MB Scipioni. 1994. Benthic associations of the shallow hard bottoms off Terra Nova Bay, Ross Sea: zonation, biomass and population structure. Antarctic Science 6: 449-462.

Gatti S. 2002. The role of sponges in High-Antarctic Carbon and Silicon Cycling – a Modelling Approach. Reports on Polar and Marine Research, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, 434, 124p.

Ginn BK, A Logan & MLH Thomas. 2000. Sponge ecology on sublitoral hard substrates in a high current velocity area. Estuarine, Coastal and Shelf Science 50: 403-414.

Göcke C & D Janussen. 2013. Demospongiae of ANT XXIV/2 (SYSTCO I) Expedition-Antarctic Eastern Weddell Sea. Zootaxa. 3692(1): 28-101.

Google Earth. 2017. Isla Doumer. Imágenes históricas. <https://earth.google.com/web/@-64.86596095,63.52893816,5.15002951a,20728.13429151d,35y,28.06982364h,26.7791414 6t,-0r>.

Goodwin C, PE Brewin & P Brickle. 2012. Sponge biodiversity of South Georgia island with descriptions of fifteen new species. Zootaxa. 3542: 1-48.

Goodwin C, J Jones, K Neely & P Brickle. 2014. Sponge biodiversity of Beauchene and the Sea Lion Islands and south-east East Falkland, Falkland Islands, with a description of nine new species. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, pp. 1-28.

Goreau TF & WD Hartman. 1966. Sponge: effect on the form of coral reefs. Science 151: 343–344.

Gotelli NJ & RK Colwell. 2010. Estimating species richness. Frontiers in measuring biodiversity. In: Magurran AE & BJ McGill (eds), pp 39-54. New York: Oxford University Press.

Grant RE. 1836. The Cyclopedia of Anatomy and Physiology. En: Todd RB (ed.). Animal Kingdom, 1: 107-118.

Green G. 1977. Ecology of toxicity in marine sponges. Marine Biology 40: 207-215.

Gutt J. 2001. On the direct impact of ice on marine benthic communities, a review. Polar Biology 24: 553-564.

Gutt J & VM Koltun. 1995. Sponges of the Lazarev and Weddell Sea, Antarctica: Explanations for their patchy occurrence. Antarctic Science 7: 227-234.

Gutt J & A Starmans. 1998. Structure and biodiversity of megabenthos in the Weddell and Lazarev Seas (Antarctica): ecological role of physical parameters and biological interactions. Polar Biology 20: 229-247.

Gutt J & A Starmans. 2001. Quantification of iceberg impact and benthic recolonization patterns in the Weddell Sea (Antarctica). Polar Biology 24: 615-619.

Gutt J & A Starmans. 2003. Patchiness of the megabenthos at small scales: Ecological conclusions by examples from polar shelves. Polar Biology 26(4): 276-278.

Gutt J & D Piepenburg. 2003. Scale-dependent impact on diversity of Antarctic benthos caused by grounding of icebergs. Marine Ecology Progress Series 253: 77-83.

Gutt J, A Starmans & G Dieckmann. 1996. Impact of iceberg scouring on polar benthic habitats. Marine Ecology Pogress Series 137: 311-316.

Gutt J, A Bohmer & W Dimmler. 2013. Antarctic sponge spicule mats shape macrobenthic diversity and act as a silicon trap. Marine Ecology Progress Series 480: 57-71.

Hajdu E, S Peixinho & JCC Fernández. 2011. Esponjas Marinhas da Bahia. Guia de campo e laboratorio: Sermograf, Rio de Janeiro: Museu Nacional, Serie livros 45.

Hedgpeth JW. 1969. Introduction to Antarctic zoogeography. Distribution of selected groups of marine invertebrates in waters south of 35 degrees S latitude. Antarctic Map Folio Series 11: 1-9.

Hentschel E. 1914. Monaxone Kieselschwämme und Hornschwämme der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. Deutsche Südpolar-Expedition, 1901-03 15(1): 35-141, pls IV-VIII.

Hooper JNA. 2002. Family Microcionidae Carter, 1875. pp. 432-468. In Hooper JNA. & RWM van Soest (ed.) Systema Porifera. Guide to the classification of sponges. 1 (Kluwer Academic/ Plenum Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow).

Hooper JNA & RWM van Soest. 2002. Systema Porifera: a guide to the classification of sponges. In: Hooper JNA & RWM van Soest (eds), pp. 1103-1706. Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York.

INACH. 2017. Instituto Antártico Chileno, Sitio de especial interés científico N° 28, Bahía del Sur, Isla Doumer, Archipiélago de Palmer. Instituto Antártico Chileno. < http://www.inach.cl/inach/wp-content/uploads/2014/06/ZAEP-N%C2%B0-146.pdf>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. Climate Change: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report. University Press, Cambridge.

Janussen D & OS Tendal. 2007. Diversity and distribution of Porifera in the bathyal and abyssal Weddell Sea and adjacent areas. Deep-Sea Research II 54: 1864-1875.

Janussen D & HM Reiswig. 2009. Hexactinellida (Porifera) from the ANDEEP III Expedition to the Weddell Sea, Antarctica. Zootaxa 2136: 1-20.

Janussen D & RV Downey. 2014. Biogeographic atlas of the southern ocean. In: De Broyer C, P Koubbi, H Griffiths, B Raymond, C d'Udekem d'Acoz, A Van de Putte, B Danis, B David, S Grant, J Gutt, C Held, G Hosie, F Huettmann, A Post & Y Ropert-Coudert. Porifera, pp. 94-102. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge.

Janussen D, KR Tabachnick & OS Tendal. 2004. Deep-Sea Hexactinellida (Porifera) of the Weddel Sea. Deep Sea Research II 51: 1857-1882.

Jones AC, JE Lumb & JR Pawlik. 2005. Testing for defensive synergy in Caribbean sponges: Bad taste or glass spicules? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 322: 67-81.

Keith DA, JP Rodríguez, KM Rodríguez-Clark, E Nicholson, K Aapala, A Alonso, M Asmussen, S Bachman, A Basset, EG Barrow, JS Benson, MJ Bishop, R Bonifacio, TM Brooks, MA Burgman, P Comer, FA Comín, F Essl, D Faber-Langendoen, PG Fairweather, RJ Holdaway, M Jennings, RT Kingsford, RE Lester, R Mac-Nally, MA McCarthy, J Moat, MA Oliveira-Miranda, P Pisanu, B Poulin, TJ Regan, U Riecken, MD Spalding & S Zambrano-Martínez. 2013. Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. PLoS ONE 8(5): e62111.

Kersken D, B Feldmeyer & D Janussen. 2016. Sponge communities of the Antarctic Peninsula: influence of environmental variables on species composition and richness. Polar Biology 39: 851-862.

Kirkpatrick R. 1907. Preliminary Report on the Monaxonellida of the National Antarctic Expedition. Annals and Magazine of NaturalHistory (7) 20(117): 271-291.

Knudby A, E LeDrew & A Brenning. 2010. Predictive mapping of reef fish species richness, diversity and biomass in Zanzibar using IKONOS imagery and machine-learning techniques. Remote Sensing of Environment 114: 1230-1241.

Kohler KE & SM Gill. 2006. Coral Point with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Computers & Geosciences 32: 1259-1269.

Koltun VM. 1964. Sponges of the Antarctic. 1 Tetraxonida and Cornacuspongida. Pp. 6-133, 443-448. In: Pavlovskii, E.P., Andriyashev,A.P. & Ushakov, P.V. (Eds), Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958). Akademya Nauk SSSR [English translation, 1966, Israel Program for Scientific Translation].

Koltun VM. 1969. Porifera. Distribution of selected groups of marine invertebrates in waters south of 35 degress S latitude. Antarctic Map Folio Series 11: 13-14.

Koltun VM. 1970. Sponges of the Arctic and the Antarctic: A faunistic review. Symposia of the Zoological Society of London 25: 285-297.

Kunzmann K. 1996. Die mit ausgewahlten Schwammen (Hexactinellida und Demospongiae) aus dem Weddellmeer, Antarktis, vergesellschaftete fauna. Berichte zur Polarforschung 210: 1-93.

Lee HJ, S Vanhove, LS Peck & M Vincx. 2001. Recolonisation of meiofauna after catastrophic iceberg scouring in shalow Antarctic sediments. Polar Biology 24: 918-925.

Lockhart SJ & CD Jones. 2009. Detection of vulnerable marine ecosystems in the southern Scotia arc CCAMLR subareas 48.1 and 48.2 through research bottom trawl sampling and underwater imagery. CCAMLR Document WG-EMM-09/32, pp. 27.

Lörz AN. 2001. Low diversity of spongiculous amphipods observed in the Antarctic autumn. Organisms, Diversity and Evolution 1: 133-138.

Maldonado M, A López & CM Young. 2005. Siliceous sponges as a silicon sink: an overlooked aspect of benthopelagic coupling in the marine silicon cycle. Limnology and Oceanography 50: 799-809.

McClintock JB, CD Amsler, BJ Baker & RWM van Soest. 2005. Ecology of Antarctic marine sponges: an overview. Integrated and Comparative Biology 45: 359-368.

Meredith MP & JC King. 2005. Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. Geophysical Research Letters 32: L19604.

Miller KA & JS Pearse. 1991. Ecological studies of seaweeds in McMurdo Sound, Antarctica. American Zoology 30: 35-48.

Moreno CA. 1980. Observations on food and reproduction in *Trematomus bernacchii* (Pisces: Nototheniidae) from the Palmer Archipielago, Antarctica. Copeia 1980(1): 171-173.

Nonato EF, TAS Brito, PC De Paiva,MAV Petti & TN Corbisier. 2000. Benthic megafauna of the nearshore zone of Martel Inlet (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica): depth zonation and underwater observations. Polar Biology 23: 580-588.

Page MJ, N Alcock, D Gordon, M Kelly, W Nelson, K Neil & J Watson. 2002. Preliminary assessment of the Biodiversity of benthic macrobiota of the western Ross Sea,

Antarctica. Final Research Report for the Ministry of Fisheries Research ProjectZBD2000/02, Objective 1-3. NIWA Technical Report: 48 pp.

Parkinson CL. 2004. Southern Ocean sea ice its wider linkages: insights revealed from models and observations. Antarctic Science 16(4): 387-400.

Pawlik JR, B Chanas, RJ Toonen & W Fenical. 1995. Defenses of Caribbean sponges against predatory reef fish. 1. Chemical deterrency. Marine Ecology Progress Series 127: 183-194.

Pech D, AR Condal, E Bourget & PL Ardisson. 2004. Abundance estimation of rocky shore invertebrates at small spatial scale by high-resolution digital photography and digital image analysis. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 299: 185-199.

Peck LS. 2002. Ecophysiology of Antarctic marine ectotherms: limits to life. Polar Biology 25: 31-40.

Pérez-Matus A, LA Ferry-Graham, A Cea & JA Vásquez. 2007. Community structure of temperate reef fishes in kelp-dominated subtidal habitats of northern Chile. Marine and Freshwater Research 58: 1069-1085.

Pile AJ & CM Young. 2006. The natural diet of a hexactinellid sponge: benthic-pelagic coupling in a Deep-Sea microbial food web. Deep Sea Research 53: 1148-1156.

Pörtner HO. 2002a. Physiological basis of temperature-dependent biogeography: trade-offs in muscle design and performance in polar ectotherms. Journal of Experimental Biology 205: 2217-2230.

Pörtner HO. 2002b. Environmental and functional limits to muscular exercise and body size in marine invertebrate athletes. Comparative Biochemistry and Physiology 133: 303-321.

Pörtner HO. 2002c. Climate variations and the physiological basis of temperatura-dependent biogeography: systematic to molecular hierarchies of thermal tolerance in animals. Comparative Biochemestry and Physiology 132A: 739-761.

Preciado I & M Maldonado. 2005. Reassessing the spatial relationship between sponges and macroalgae in sublitoral rocky bottoms: a descriptive approach. Helgoland Marine Research 59: 141-150.

Rauschert M. 1991. Ergebnisse der faunistischen arbeiten im Benthal voc King George Island (Sudshetlandinseln, Antarktis). Ber Polarforsch (Bremerhaven) 76: 1-75.

Reiswig HM. 1971. Particle feeding in natural populations of three marine demosponges. Biological Bulletin 141: 568-591.

Reiswig HM. 1974. Water transport respiration, and energetics of three tropical marine sponges. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 14: 231-249.

Ribes M, R Come & JM Gili. 1999. Natural diet and grazing rate of the temperate sponge *Dysidea avara* (Demospongiae: Dendroceratida) throughout an annual cycle. Marine Ecology Progress Series 176: 179-190.

Ríos P & J Cristobo. 2007. A new species of *Phorbas* (Porifera: Poecilosclerida) from the Bellingshausen Sea, Antarctica. Journal of the Marine Biological Association of the UK 87 (6): 1485-1490.

Roberts DE, AR Davis & SP Cummings. 2006. Experimental manipulation of shade, silt, nutrients and salinity on the temperate reef sponge *Cymbastela concentrica.* Marine Ecology Progress Series 307: 143-154.

Roy P. 2008. NOAA Florida Keys National Marine Sanctuary dive fatality incident. US Department of Commerce, pp. 15.

Rutzler K. 1990. Associations between Caribbean sponges and photosynthetic organisms. En: Rutzler K (ed.). New Perspectives in Sponge Biology. Smithsonian Institute Press, London, pp. 455-466.

Sahade R, M Tatian, J Kowalke, S Kuhne & GB Esnal. 1998. Benthic faunal associations on soft substrates at Potter Cove, King George Island, Antarctica. Polar Biology 19: 85-91.

Sahade R, C Lagger, L Torre, F Momo, P Monien, I Schloss, DKA Barnes, N Servetto, S Tarantelli, M Tatián, N Zamboni & D Abele. 2015. Climate change and glacier retreat drive shifts in an Antarctic benthic ecosystem. Science Advances, e1500050.

Sara M, A Balduzzi, M Barbieri, G Bavestrello & B Burlando. 1992. Biogeographic traits and checklist of Antarctic demosponges. Polar Biology 12: 559-585.

Sayer M. 2005. The international safety record for scientific diving. South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) Journal 35(3): 117-119.

Schories D & G Kohlberg. 2016. Marine Wildlife, King George Island, Antarctica. Dirk Schories Publications, 348 pp.

Seiler J & J Gutt. 2007. Can dead sponges talk? Antarctic Science 19: 337-338 Se piensa que eventos ambientales a pequeña escala como el EEPT y características biológicas como el crecimiento lento en las esponjas, generan patrones de distribución en parches (Gutt & Koltun 1995).

Smale D. 2008. Continuous benthic community change along a depth gradient in Antarctic shallows: evidence of patchiness but not zonation. Polar Biology 31: 189-198.

Smale DA, DKA Barnes & KPP Fraser. 2007a. The influence of depth, site exposure and season on the intensity of iceberg scouring in nearshore Antarctic waters. Polar Biology 30: 769-779.

Smale DA, DKA Barnes & KPP Fraser. 2007b. The influence of ice scour on benthic communities at three contras ting sites at Adelaide Island, Antarctica. Austral Ecology (in press).

Smale DA, GA Kendrick & T Wernberg. 2011. Subtidal macroalgal richness, diversity and turnover, at multiple spatial scales, along the southwestern Australian coastline. Estuarine, Coastal and Shelf Science 91: 224–231.

Smale DA, KM Brown, DKA Barnes, KPP Fraser & A Clarke. 2008. Ice scour disturbance in Antarctic waters. Science 321: 371.

Sousa W. 2000. Natural disturbance and the dynamics of marine benthic communities. In: Bertness MD, SD Gaines & ME Hay (eds). Marine community ecology, pp, 85–130. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Stammerjohn S, R Massom, D Rind & D Martinson. 2012. Regions of rapid sea ice change: An inter-hemispheric seasonal comparison. Geophysical Research Letters 39(6).

Taylor MW, R Radax, D Steger & M Wagner. 2007. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential. Microbiology and Molecular Biology Reviews 71: 295-347.

Teixidó N, J Garrabou & WE Arntz. 2002. Spatial pattern quantification of Antarctic benthic communities using landscape indices. Marine Ecology Progress Series 242: 1-14.

Thiele J. 1905. Die Kiesel- und Hornschwämme der Sammlung Plate. Zoologische Jahrbücher Supplement 6 (Fauna Chilensis III). 407-496, pls 27-33.

Topsent E. 1901. Spongiaires. Résultats du voyage du S.Y. 'Belgica'en 1897-99 sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Expédition antarctique belge. Zoologie 4: 1-54, pls I-VI.

Topsent E. 1915. Spongiaires recueillis par la "Scotia" dans l'Antarctique (1903-1904). Transactions of the Royal Society of Edinburgh 51: 35-43.

Topsent E. 1916. Diagnoses d'éponges recueillies dans l'Antarctique par le Pourquoi-Pas? Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. (1) 22(3): 163-172.

Uriz MJ, X Turon, MA Becerro & G Agell. 2003. Siliceous spicules and skeleton frameworks in sponges: origin, diversity, ultrastructural patterns, and biological functions. Microbiology Research and Technology 64: 297-299.

USAP. 2010. Through the ages. The Antarctic Sun, news about the USAP, the ice, and the people. < https://antarcticsun.usap.gov/science/contenthandler.cfm?id=2264 >.

Valdivia N, MJ Díaz, I Garrido & I Gómez. 2015. Consistent richness-biomass relationship across environmental gradients in a marine macroalgal-dominated subtidal community on the western Antarctic Peninsula. Plos One 10, e0138582.

van Soest R. 1994. Demosponge distribution patterns. En: van Soest R, TMG van Kempen & LC Braekman (eds.). Sponges in time and space, pp. 213-223. Balkema Press, Rotterdam.

van Soest R. 2007. *Isodictya cavicornuta* Dendy, 1924. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=168445 on 2017-09-01.

van Soest R. 2008a. *Sphaerotylus antarcticus* Kirkpatrick, 1907. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=170680 on 2017-04-03.

van Soest R. 2008b. *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla* Burton, 1938. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=344760 on 2017-04-03.

van Soest R. 2008c. *Haliclona (Soestella) chilensis* (Thiele, 1905). En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M-C Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=196358 on 2017-09-01.

van Soest R. 2010a. *Halisarca* Johnston, 1842. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz,

P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=131822 on 2017-04-02.

van Soest R. 2010b. *Dendrilla antarctica* Topsent, 1905. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=164875 on 2017-04-03.

van Soest R. 2010c. *Haliclona* (*Rhizoniera*) Griessinger, 1971. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=166631 on 2017-04-03.

van Soest R. 2010d. *Haliclona* (*Soestella*) De Weerdt, 2000. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M-C Díaz, P Cárdenas, JL Carballo & P Rios. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=166639 on 2017-09-01.

van Soest R. 2010e. *Clathria* (*Axosuberites*) *ramea* (Koltun, 1964). En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M-C Díaz, P Cárdenas, JL Carballo & P Rios. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=167482 on 2017-09-02.

van Soest R. 2015. *Hymeniacidon* Bowerbank, 1858. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=131808 on 2017-04-03.

van Soest R. 2016a. *Iophon unicorne* Topsent, 1907. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, J Vacelet, M Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=167428 on 2017-04-02.

van Soest R. 2016b. *Mycale (Oxymycale) acerata* Kirkpatrick, 1907. En: van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rützler, NJ de Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, M Klautau, B Picton, M Kelly, JVacelet, M

Dohrmann, M Díaz, P Cárdenas & JL Carballo. 2017. World Porifera database. Accessed at http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=168672 on 2017-04-03.

van Soest RWM, N Boury-Esnault, J Vacelet, M Dohrmann, D Erpenbeck, NJ De Voogd, N Santodomingo, B Vanhoorne, M Kelly & JNA Hooper. 2012a. Global diversity of sponges (Porifera). PLoS ONE 7(4): e35105.

van Soest RWM, N Boury-Esnault, JNA Hooper, K Rutzler, NJ De Voogd, B Alvarez de Glasby, E Hajdu, AB Pisera, R Manconi, C Schoenberg, D Janussen, KR Tabachnick, M Klautau, B Picton, M Kelly & J Vacelet. 2012b. World Porifera database. Available online at {HYPERLINK "http://www.marinespecies.org/porifera"}.

Vargas S, M Kelly, K Schnabel, S Mills, D Bowden & G Worheide. 2015. Diversity in a Cold Hot-Spot: DNA-Barcoding reveals patterns of evolution among Antarctic Demosponges (Class Demospongiae, Phylum Porifera). PLoS ONE 10(6): e0127573.

Vargas S, A Schuster, K Sacher, G Buttner, S Schatzle, B Lauchli, K Hall, JNA Hooper, D Erpenbeck & G Worheide. 2012. Barcoding sponges: An overview based on comprehensive sampling. PloS One 7(7): e39345.

Vaughan DG, GJ Marshall, WM Connolley, C Parkinson, R Mulvaney, DA Hodgson, JC King, CJ Pudsey & J Turner. 2003. Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. Climatic Change 60: 243-274.

Wernberg T, GA Kendrick & BD Toohey. 2005. Modification of the physical environment by an *Ecklonia radiata* (Laminariales) canopy and implications for associated foliose algae. Aquatic Ecology 39: 419–430.

Willenz P, AV Ereskovsky & DV Lavrov. 2016. Integrative taxonomic re-description of *Halisarca magellanica* and description of a new species of *Halisarca* (Porifera, Demospongiae) from Chilean Patagonia.

Wilkinson CR & P Fay. 1979. Nitrogen fixation in coral sponges with symbiotic cyanobacteria. Nature 279: 527-529.

Wilkinson CR & E Evans. 1989. Sponge distribution across Davies Reel Great Barrier Reef relative to location, depth, and water movement. Coral Reefs 8: 1-7.

Winston JE. 1983. Patterns of growth, reproduction and mortality in bryozoans from the Ross Sea, Antarctica. Bulletin of Marine Science 33: 688-702.

Worheide G & D Erpenbeck. 2007. DNA taxonomy of sponges – progress and perspectives. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87: 1629-1633.

Wulff JL & LW Buss. 1979. Do sponges help hold coral reefs together? Nature 281: 474-475.

Wulff JL. 1984. Sponge-mediated coral-reef growth and rejuvenation. Coral Reefs 3: 157-163.

Wulff JL. 2001. Assessing and monitoring coral reef sponges: why and how? Bulletin of Marine Science 69: 831-846.

Wulff JL. 2006. Ecological interactions of marine sponges. Canadian Journal of Zoology 84: 146-166.

Zamorano JH. 1983. Zonación y Biomasa de la macrofauna bentónica en Bahía South, Archipiélago Palmer, Antártica. Instituto Antártico Chileno, Serie Científica 30: 27-38.

Zea S. 1994. Patterns of coral and sponge abundance in stressed coral reefs at Santa Marta, Colombian Caribbean. In: van Soest RWM, TG van Kempen, JC Braekman (eds). Sponge in time and space: biology, chemistry, paleontology, pp. 257-264. AA Balkema, Rotterdam.

ANEXOS

Anexo 1. Medidas (µm) de las fibras de *Dendrilla antarctica* Topsent, 1905; medidas son presentadas de la siguiente manera: ancho de fibras gruesas, delgadas y de médula.

Código de muestra	Ancho fibras gruesas	Ancho fibras delgadas	Ancho médula
P120-4(7)	148,4 - 150,9	103,6 - 115,6	176
P120-(17)	158,4 - 162,7	56,1 - 87,1	182,6
P520-12(17)	194,0 - 437,8	150,9 - 178,5	458,2
P520-15(9b)	143,0 - 147,0	48,9 - 76,3 - 91,1	171,4
P3-3	124,5 - 149,7	62,5 - 67,5 - 69,9	184,9

Anexo 2. Medidas (µm) de las espículas de *Sphaerotylus antarcticus*, las cuales son presentadas de la siguiente manera: Estilos I, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; Estilos II, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; Estilos III, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; Estilos IV, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos I	Estilos II	Estilos III	Estilos IV
P520-15(9a)	3472,8 - 3742 / 25,7 - 34,4	882,2 - 2004,3 / 10,7 - 24,2	406,7 - 498,1 / 9 - 9,6	94,5 - 127,7 / 6,5 - 6,8

Anexo 3. Medidas (µm) de las espículas de *Hymeniacidon* sp., las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos a subtilos, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos a Subtilostilos
P110-15(3a)	389,7 - 400,2 / 9,1 - 10,1
P110-27(4b)	280,9 - 306,7 / 11,1 - 12,2
P120-(13b)	255,3 - 263,5 / 8,2-9,5
P120-(19)	292,3 - 317,9 / 8,7 - 9,6
P210-15(10c)	339,1 - 355,7 / 10,1 - 11,6
P410-15(9)	307,4 - 330,1 / 9 - 10,5
P420-4(6)	307,4 - 311,3 / 9,8 - 10,8
P420-(12)	311,3 - 363,4 / 7,3-8,3
P420-(13)	312,6 - 342,8 / 8,5 - 8,8
P420-21(14)	256,1 - 299,1 / 9,5 - 10,1
P4-A2	275,9 - 281,1 / 6- 6,1
P4-A13	321,2 - 329,1 / 10,3 - 11,7
P4-C4	284,7 - 324,8 / 8,4 - 8,7

Anexo 4. Medidas (µm) de las espículas de *Haliclona* (*Rhizoniera*) sp., las cuales son presentadas de la siguiente manera: oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo.

Código de muestra	Oxeas
P110-21(1)	329,6 - 335,5 / 12,4 - 13,4
P210-4(7c)	350,3 - 382,4 / 13,5 - 13,7
P210-9(6)	359,1 - 402,8 / 14,6 - 16,4
P210-27(8a)	373, 9 - 396,7 / 12,4 - 12,5
P220-27(8)	404,8 - 410,5 / 15,4 - 16
P410-4(10)	286,1 - 388,4 / 8,3 - 14,4
P420-9(8)	417,7 - 460,7 / 9,4 - 12,8
P4-T2	387,3 - 388,7 / 11,9 - 12,5

Anexo 5. Medidas (µm) de las espículas de *Haliclona* (*Soestella*) sp., las cuales son presentadas de la siguiente manera: oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo.

Código de muestra	Oxeas
P110-27(4a)	257,1 - 302,8 / 9,9 - 11,5
P210-4(7a)	283 - 292,2 / 10,9 - 11,3
P210-4(7b)	303,1 - 338,8 / 8,8 - 11,3
P210-15(10a)	266,8 - 289 / 11,1 - 11,9
P210-(c.a.)	254,1 - 329,5 / 10,6 - 13,5
P410-6(18)	251,5 - 262,9 / 11,1 - 11,1
P410-21(3)	243,8 - 267,5 / 9,1 - 9,7
P6-1(10 m)	314,8 - 332 / 11,9 - 12,2
P7-3(esponja 1)	289 - 313,3 / 9,7 - 12,7
P8-(13 m)	295,9 - 301,1 / 12,1 - 12,2

Anexo 6. Medidas (µm) de las espículas de *Haliclona* (*Soestella*) *chilensis* (Thiele, 1905), las cuales son presentadas de la siguiente manera: oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo.

Código de muestra	Oxeas
P120-(13a)	235,2 - 238,7 / 9,1 - 11,2
P120-(20b)	212,1 - 234,5 / 8,1 - 9,3
P210-27(8c)	243,8 - 310,9 / 10,3 - 11,8
P220-21(9)	243,5 - 251,3 / 8,7 - 10,2
P410-15(1a-2)	254,6 - 272,5 / 9,6 - 11,1
P420-6(20)	211,4 - 235,5 / 10,6 - 10,7

Anexo 7. Medidas (µm) de las espículas de *Iophon unicorne* Topsent, 1907, las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; tornotos, largo, mínimo-máximo/ancho, base, mínimo-máximo/ancho del medio, mínimo-máximo; isoquelas y bipocilas, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos	Tornotos	Anisoquelas	Bipocilas
P210-12(14b)	302,6 - 328,5 / 12,2 - 13	184,9 - 209,5 / 5,7 – 7 / 7,4 - 8	12,5 - 15,3	9,8 - 13,2
P220-(17)	299 - 384 / 9,1 - 16	210,8 - 219,8 / 5,4 - 7,3 / 8,1-10	15,5 - 16,6	9,2 - 11
P410-6(16)	274,8 - 337,9 / 11,8 - 13,4	193,3 - 204,2 / 4,4 - 5,6 /9,1-9,3	13,9 - 17,6	9,8 - 12,2
P410-18(21)	291,5 - 300,3 / 13 - 13,3	198,8 - 216,4 /5,3 - 6,3 /8 - 10,8	15,3 - 18	10,5 - 11,6

Anexo 8. Medidas (µm) de las espículas de *Iophon* sp. 1, las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; tornotos, largo, mínimo-máximo/ancho, de la base mínimo-máximo/ancho del medio, mínimo-máximo; isoquelas y bipocilas, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos	Tornotos	Anisoquelas	Bipocilas
P110-15(3b)	259,7- 357,9 / 7,3 -8,2	150,8 - 200,2 /4,6 – 5 / 6,1-9,2	15,4 - 16,4	9,5 - 9,7
P420-6(20,1)	210,1 - 224,3 / 7,7 -9,5	No se observan	14,6 - 16,2	9 - 9,7

Anexo 9. Medidas (µm) de las espículas de *Iophon* sp. 2, las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; tornotos, largo, mínimo-máximo/ancho de la base, mínimo-máximo/ancho del medio, mínimo-máximo; anisoquelas I, largo, mínimo-máximo; anisoquelas II, largo, mínimo-máximo; bipocilas, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos	Tornotos	Anisoquelas I	Anisoquelas II	Bipocilas
P410-15(1a-1)	310 - 321,5 / 10,6 - 12,2	200,4 - 215,7 / 7,5 - 7,7 / 7,1 - 8,2	23,8 - 29	12,8 – 14,2	7,4 – 8,5

Anexo 10. Medidas (µm) de las espículas de *Isodictya* sp. 1, las cuales son presentadas de la siguiente manera: oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; isoquelas, largo, mínimo-máximo; ráfides, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Oxeas	Isoquelas	Ráfides
P210-27(8d)	464,8 – 495,9 / 12,9 – 14,4	41 – 46,4	176,4 – 249,2
P4-A16	449,6 – 489 / 18,6 – 22,7	43,2 – 45,3	185,6 – 209,8

Anexo 11. Medidas (µm) de las espículas de *Isodictya* sp. 2, las cuales son presentadas de la siguiente manera: oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; isoquelas, largo, mínimo-máximo; ráfides, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Oxeas	Isoquelas	Ráfides
P220-15(14)	344,1 – 374,7 / 6,7 – 12,4	16,8 – 18,7	93 – 102,4
P410-24(20)	289,1 – 292,4 / 13,3 – 15,1	18,1 – 18,8	181,5 – 187,1
P410-27(4b)	370 – 376,3 / 11,5 – 13,4	16,6 – 17,9	109,7 – 171,4
P4-A1	318 – 347,3 / 15,5 – 15,9	16,7 – 18,2	190,6
P4-C3	283,9 – 378,6 / 10,9 – 14,6	16,6 – 18,6	164,7 – 167,8
P4-I5	330,7 – 355,9 / 13,9 - 15,1	18,9 – 19,1	113,4 – 133,8

Anexo 12. Medidas (µm) de las espículas de *Clathria* (*Axosuberites*) sp., las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos (I, II, III, IV), largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; toxas (I, II, III, IV), largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos I	Estilos II	Estilos III	Toxas I	Toxas II	Toxas III	Toxas IV
P120-(20a)	367,2 – 401,6 / 9,2 – 10,9	143,8 – 277,8 / 5,5 – 8,2	47,9 – 57,1 / 2,7 – 2,9	No se observan completas (posiblemente rotas)	140,5 – 167,1	63,9 – 73,8	6,4 – 7,6

Anexo 13. Medidas (µm) de las espículas de *Mycale* (*Oxymycale*) *af. acerata*, las cuales son presentadas de la siguiente manera: Oxeas, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; microscleras (anisoquelas I y II, ráfides) tienen sólo el largo medido.

Código de muestra	Oxeas	Anisoquelas I	Anisoquelas II	Ráfides
P520-(7)	503,9 - 587,5 / 13 - 14,3	64,8 - 65,6	23,7 - 30,1	63,4 - 66,9
P520-(10)	564,2 - 569,9 / 12,4 - 14	65,1 - 70	34,8 - 35,4	80 - 83,4
P520-12(13)	506,5 - 529,2 / 11,4 - 12,4	59 - 59,4	25,9 - 37,1	78,3 - 80
P210-6(20)	481,4 – 554 / 13,1 - 13,2	66,9 - 70,5	24,2 - 24,9	51,2 - 60,4
P4-T4	480,8 – 508 / 11 - 12,2	58,6 - 60,4	29,7 - 33,4	68 - 71
P6-Mycale	509,1 - 518,8 / 10,9 - 15,2	60,3 - 67,1	22,1 - 29,4	78 - 88
P7-1MX	474,3 - 522,3 / 12,3 - 17,4	63,4 - 63,8	23,2 - 27,8	60,3 - 70,2

Anexo 14. Medidas (µm) de las espículas de *Myxilla* (*Burtonanchora*) *lissostyla*, las cuales son presentadas de la siguiente manera: estilos, largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo; tornotos, largo, mínimo-máximo/ancho, de la base mínimo-máximo/ancho del medio, mínimo-máximo; isoquelas I y II, largo, mínimo-máximo.

Código de muestra	Estilos	Tornotos	Isoquelas I	Isoquelas II
P210-15(10b)	364,9-408,3/21,5-22	179,9-198,6/ 9,1-9,8 /10,7-11,6	49,3-54,3	31,6-40,3
P210-27(8b)	463,5-469/ 9,9-16,6	207,1-230/ 8,1-8,5/ 8,6-9,4	39,3-45,4	29,7-38,7

Anexo 15. Medidas (µm) de las espículas de *Tedania* (*Tedaniopsis*) *wellsae* las cuales son presentadas de la siguiente manera: largo, mínimo-máximo/ancho, mínimo-máximo, excepto oniquetas las cuales tiene sólo el largo medido.

Código de muestra	Estilos	Tornotos	Oniquetas I	Oniquetas II
P110-24(20)	327,7-340/11,3-12,2	253,1-257/5,8	126,7-150,5	28-28,5
P120-9(10b)	284,7-298,8/9,7- 9,9	254,3-265,8/5,7-7,9	165,3-186,1	41,1-41,3
P210-12(14a)	342,1-51,4/7,6-11,8	216,4-253,5/6,7-8,1	125,9-161,2	66-67
P210-15(10d)	292,4-311,5/9,5-7,6	195,4-253,6/5,8-6,2	113,7-143,3	44-44,9
P210-(c.b.)	362,6-374,6/9,7-10	240-254,4/5-6,3	174,7-291,9	58,1-66,4
P410-15(1b)	322,6327,1/10,4-12	239,9-269,4/6,5-6,8	118,9-171,8	68,3-79,7
P410-15(31b)	301,3-317/10,4-11,8	218,7-246,4/5,3-5,7	176,1-198,3	69,3-73,6
P410-21(2b)	267,1-292,8/9,3-10,5	222,3-244,3/5,9-6,8	162,5-166,7	71,7-72,1
P7-3(esponja 2)	327,7-345,1/9,5-11,1	248,7-261,2/5,7-7	162,40-169,7	54,2-59,6