

ENSAMBLE DE ALGAS BENTÓNICAS EN TERRITORIOS DE STEGASTES ACAPULCOENSIS (POMACENTRIDAE) EN ISLA GORGONA, PACIFICO COLOMBIANO.

César Andrés Cely Herrera

Departamento de Biología, Universidad del Valle, A.A.25360, Cali, Colombia.

correo electrónico: cesar.cely@correounivalle.edu.co

Brigitte Gavio

Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia.

correo electrónico: bgavio@unal.edu.co

Fernando A. Zapata

Departamento de Biología, Universidad del Valle, Grupo de Investigación en Ecología de Arrecifes Coralinos, A.A.25360, Cali, Colombia.

correo electrónico: fernando.zapata@correounivalle.edu.co

RESUMEN

Los peces damisela del género *Stegastes*, abundantes en el Pacífico Oriental Tropical (POT), protegen “jardines de algas” de los cuales se alimentan y que presentan una mayor diversidad de flora que sus alrededores. Este estudio describe por primera vez la composición de la comunidad de algas bentónicas en territorios de *Stegastes acapulcoensis*, y la compara entre un arrecife rocoso (El Laberinto) y uno coralino (La Azufrada) en Isla Gorgona, Pacífico colombiano. En total se registraron 74 *taxa*, superando el número de *taxa* registrado en estudios anteriores, especialmente por la diversidad de cianobacterias y algas epífitas filamentosas. Dos especies fueron nuevos registros para la Isla Gorgona, 27 lo fueron para el Pacífico colombiano y 12 para el POT, aumentando la diversidad de algas conocida de la isla en un 38 % y del Pacífico colombiano en un 30 %. La similitud de *taxa* fue baja al comparar entre los hábitats (10-23 %) y un poco mayor al comparar entre las muestras dentro de cada hábitat (arrecife rocoso 26-40 %, arrecife coralino 25-34 %). El arrecife rocoso presentó la mayor diversidad de Rhodophyta y el coralino presentó la mayor diversidad de Cyanophyta, Chlorophyta y Ochrophyta. En conclusión, se encontró una importante diversidad de algas en los territorios de *S. acapulcoensis* que se diferencia en su composición según el tipo de hábitat y con cierta variabilidad dentro de cada hábitat. Se discuten los nuevos reportes, las posibles causas de la diferencia en la composición de *taxa* entre hábitats y la subestimación de la diversidad en estudios previos.

Palabras clave: Arrecife coralino, arrecife rocoso, diversidad, epífita, algas.

ABSTRACT

Damselfishes of the genus *Stegastes*, are abundant in the Eastern Tropical Pacific (ETP); these fishes defend “algal gardens” from which they feed; these territories harbor a higher flora diversity than their surroundings. This study describe the composition of benthic algae in the territories of *Stegastes*

acapulcoensis and compare it between a rocky reef (El Laberinto) and a coral reef (La Azufrada) in Gorgona Island, Colombian Pacific. We report a total of 74 *taxa*, which is a much higher number of *taxa* if compared to previous studies; in particular, we registered a very high diversity of epiphytic filamentous algae and cyanobacteria. Two species were new records for Gorgona Island, 27 were for Colombian Pacific and 12 for the ETP, increasing the algal diversity for the island by 38 % and by 30 % for the Colombian Pacific. The similarity of *taxa* between habitats was low (10-23 %) and only slightly higher comparing among territories within each habitat (26-40 % rocky reef, 25-34 % coral reef). The rocky reef showed the highest diversity of Rhodophyta while the coral reef the highest diversity of Cyanophyta, Chlorophyta and Ochrophyta. In conclusion, we observed an important diversity of algae in territories of *S. acapulcoensis* which differs in composition depending on the type of habitat. The new records, possible causes of the differences in composition of *taxa* between habitats and the underestimation of diversity in previous studies are discussed.

Keywords: Coral reef, rocky reef, diversity, epiphytic, algae.

INTRODUCCIÓN

Las algas bentónicas son parte de los principales productores primarios y fuente de alimento para los organismos herbívoros, cumpliendo un rol ecológico fundamental en los ecosistemas costeros como los arrecifes coralinos y las zonas intermareales rocosas (Diaz & McCook 2008). El término bentónico incluye a aquellas algas que se fijan directamente al sustrato sobre materiales duros y rocas (epilíticas) (Wehr & Sheath, 2003) e indirectamente sobre plantas (epífitas) (Verhulst 2013). De su clasificación taxonómica se obtienen cuatro grandes divisiones: Cyanophyta (cianobacterias), Chlorophyta (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas) y Rhodophyta (algas rojas) y en base a sus propiedades ecológicas se clasifican en varios grupos funcionales, incluyendo entre otros a las algas filamentosas o tipo césped, calcáreas erectas, calcáreas incrustantes, foliosas y corticadas (Steneck & Dethier 1994, Diaz & McCook 2008). Las algas marinas bentónicas llegan a presentar un complejo patrón de distribución, definido por variables como el tipo de sustrato, disponibilidad de nutrientes, temperatura, profundidad, inclinación del sustrato, iluminación, sedimentación, turbulencia, disponibilidad de espacio, y presión por herbivoría (Connor & Adey 1975, Zea 1993).

Bula-Meyer (1995) afirma que los ecosistemas coralinos del litoral Pacífico de Colombia y Panamá

presentan una serie de condiciones climáticas y ambientales subóptimas para la flora marina, resultando en un patrón generalizado de distribución de macroalgas poco delimitado en la zonación del sistema arrecifal, en comparación a los sistemas coralinos del Caribe, además de presentar un menor número de especies y menor tamaño. Tales factores ambientales incluyen la gran amplitud mareal, que expone la zona intermareal ante organismos herbívoros (Howe, 1910, Dawson 1962a, Hay & Gaines 1984, Bula-Meyer 1995, Wysor 2004) y la irradiación solar por largos periodos de tiempo (Wysor 2004); una baja intensidad lumínica en la zona submareal somera por la turbidez del agua, debido a los movimientos de mareas y la presencia de un gran número de ríos que aportan una gran cantidad de sedimentos al litoral (Bula-Meyer 1995); cambios bruscos de salinidad debido al aporte constante de agua dulce y la poca disponibilidad de sustrato duro para fijarse (Bula-Meyer 1995, Murillo & Peña 2014). Se reportan para el Pacífico colombiano un total de 150 *taxa* (Murillo & Peña 2014) y se estima un máximo aproximado de 200 especies (Bula-Meyer 1998).

La Isla Gorgona es un enclave fitogeográfico de importancia por presentar la mayor diversidad de macroalgas reportadas para el Pacífico colombiano con cerca de 104 especies (Murillo & Peña 2014), debido a condiciones ambientales consideradas como favorables para el desarrollo de la diversidad de algas marinas, como bancos coralinos y planos arenosos, salinidades estables, buena circulación por las corrientes de mareas y un aparente aporte de nutrientes por el manglar continental (Bula-Meyer 1995, Murillo & Peña 2014).

Los peces damisela del género *Stegastes* son territoriales y defienden espacios cubiertos de algas contra otros organismos para su uso como recurso alimenticio, refugio, sitio de reproducción, desove y crianza (Thresher 1976). Los estudios en territorios de peces damisela se han enfocado en su uso como recurso alimenticio y se ha determinado que las áreas de sustrato controladas por los peces presentan una mayor diversidad de algas que sus alrededores; esa diversidad, además, depende de la especie y de la edad del pez (Ceccarelli *et al.* 2001), y de la localidad y profundidad del territorio

(Hata & Kato 2002, Souza *et al.* 2011). A pesar de los trabajos realizados sobre este grupo de organismos y sus asociaciones territoriales, la especie *Stegastes acapulcoensis* (Fowler, 1944), un pez damisela herbívoro (Daza 2014) no ha sido estudiado debidamente, a pesar de ser una especie abundante en el Pacífico Oriental Tropical (POT) hasta profundidades de 16 m (Wellington 1982, Dominici & Wolff 2006, IUCN 2015).

Algunas especies de peces damiselas pueden presentar una comunidad de algas caracterizada por un estadio sucesional a medio término con una alta diversidad (Hixon & Brostoff 1996, Hixon 2015) o monocultivos de algas que no siempre están asociados a una alta diversidad (Montgomery 1980, Hata *et al.* 2010, Hata & Kato 2002, Hixon 2015). El comportamiento de esos peces afecta directamente la estructura de las comunidades y por tanto se pueden considerar especies clave en los arrecifes coralinos (Ceccarelli 2001). Dentro de estos territorios se reportan con mayor frecuencia algas rojas (Rhodophyta), debido a que proveen una mayor cantidad de proteína (Montgomery & Gerking 1980), con grupos funcionales de algas filamentosas, corticadas y calcáreas de los géneros *Gelidium*, *Ceratodictyon*, *Dictyota*, *Jania*, *Amphiroa*, *Polysiphonia*, *Ceramium*, *Centroceras* y *Herposiphonia* (Ferreira *et al.* 1998, Ceccarelli *et al.* 2001, Hata & Kato 2002, Hata *et al.* 2002, Gobler *et al.* 2006, Hata *et al.* 2010, Souza *et al.* 2011).

El objetivo de este estudio fue hacer la primera caracterización taxonómica para el ensamble de algas bentónicas presentes en territorios del pez damisela *Stegastes acapulcoensis* (Fowler, 1944) para un arrecife coralino y uno rocoso, en la Isla Gorgona en el Pacífico colombiano.

MÉTODOS

La Isla Gorgona (2° 58' 44" N -78° 11' 08"W), de origen volcánico, hace parte de la zona insular más extensa en el Océano Pacífico colombiano localizadas a 35 km de la línea costera; la isla, junto

con 650 km² de aguas circundantes, fue declarada en el año 1984 como Parque Nacional Natural (PNN) (Giraldo 2014). Las mareas son de tipo semidiurno con un rango máximo vertical de 5,7 m con relación al datum mareal (Zapata & Vargas-Angel 2003) y durante las mareas bajas extremas algunas formaciones coralinas quedan repetidamente expuestas al aire (Zapata & Vargas-Angel 2003).

La isla está bajo influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y su desplazamiento por la intensificación de los vientos alisios (Rodríguez *et al.* 2003) genera fenómenos ambientales y climatológicos que afectan las comunidades bentónicas del Pacífico colombiano (Giraldo 2008). Un ejemplo es la surgencia oceánica de la ensenada de Panamá (Panamá Bight), que produce un estrato somero de aguas superficiales frías y con una alta salinidad (termoclina <7,5 m) entre Enero y Abril, y un estrato superficial mucho más extenso (termoclina <47 m) de aguas cálidas (22°C) con una baja salinidad, entre Mayo a Diciembre (Giraldo *et al.* 2008); la precipitación anual promedio es de 6849 mm (Blanco, 2009) con un período lluvioso entre abril y noviembre (550-750 mm) y uno de menor precipitación entre diciembre y marzo (180-400 mm) (Giraldo 2014). Por efectos del fenómeno de El Niño, entre Mayo de 1997 y Agosto de 1998 en la isla se registró un incremento en la temperatura superficial del agua por encima de los 27.9°C hasta los 32°C (Vargas-Angel *et al.* 2001).

Los sitios de muestreo para este estudio fueron los arrecifes de La Azufrada y El Laberinto. La Azufrada es un arrecife coralino costero con una cobertura coralina predominante del 55.1 % al 65.7 % dominada en su planicie arrecifal (80-130 m extensión) por corales pocilloporidos (Zapata *et al.* 2010). El arrecife tiene un 1 km de longitud, una extensión total de 1.12 km² y se considera la formación coralina continua más grande y desarrollada del Pacífico colombiano, ubicada en la parte sotavento de la isla (Zapata & Vargas-Angel 2003, Zapata *et al.* 2010). Por el contrario, El Laberinto está ubicado en un arrecife predominantemente rocoso en la parte barlovento de la isla y cuenta con

colonias coralinas aisladas que no llegan a formar un andamio arrecifal (Alzate *et al.* 2012).

La caracterización taxonómica de algas se efectuó al analizar muestras de seis territorios de peces damisela *Stegastes acapulcoensis* (Fowler, 1944), tres de cada sitio a diferente profundidad (La Azufrada: 1. 0,15 m, 2. 0,26 m, 3. 1,15 m; El Laberinto: 4. 2,09 m, 5. 2,71 m, 6. 2,77 m, respecto al nivel de marea 0), incluyendo dos muestras que quedan expuestas durante las mareas extremas. Las algas fueron colectadas manualmente con equipo de buceo autónomo y se preservaron en frascos plásticos con formalina al 4 % y unas gotas de glicerina, protegiéndolas de la luz solar directa y manteniéndolas a temperatura ambiente. El análisis taxonómico se efectuó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Universidad Nacional sede Bogotá, sumergiendo las algas en agua destilada y colorante azul de anilina al 1 %, usando para su observación un estereomicroscopio Nikon SMZ-745T y un microscopio Olympus BX-50 con una cámara Moticam Pro 282B adaptada a un PC de escritorio usando el software Motic Live Imaging Module y Motic Images Advance 3.2. Para la edición de las fotografías se usó el software Adobe Photoshop CS6 con licencia de prueba. Por último, se realizó un listado de la diversidad de algas para cada uno de los territorios y sitios que se transformó en una matriz de presencia y ausencia de *taxa*, con la que se calculó el índice de similitud de Jaccard usando el programa de licencia libre Past versión 3.07 (Hammer *et al.* 2001). Para la caracterización taxonómica de Cyanophyta se usaron las claves de Komárek & Anagnostidis (1999, 2005) y Komárek (2013). Para la caracterización taxonómica de macroalgas marinas del Océano Pacífico se usaron las claves y reportes taxonómicos de Setchell & Gardner (1924), Taylor (1945), Dawson (1944, 1954, 1962b, 1963, 1964), Hollenberg (1968a, 1968b), Abbott & Hollenberg (1976), Schnetter & Bula-Meyer (1982), Price & Scott (1992), Womersley (1996, 1998, 2003) y Norris (2010, 2014). También se usaron claves para la flora del Mar Caribe tales como Schneider & Searles (1991), Abbott (1999), Littler & Littler (2000), Littler & Littler (2009) y Mamoozadeh (2010). Los nuevos *taxa* reportados para Isla Gorgona y el Pacífico colombiano se obtuvieron de

su ausencia en los estudios de Schnetter & Bula-Meyer (1982), Bula-Meyer (1995) y Murillo & Peña (2014), y los nuevos reportes para el POT se obtuvieron de su ausencia en los reportes de distribución de especies en AlgaeBase (Guiry & Guiry 2015).

RESULTADOS

En el presente trabajo se encontraron un total de 74 *taxa* de algas bentónicas (12 Cyanophyta, 10 Chlorophyta, 5 Ochrophyta, 47 Rhodophyta), con 64 registros a nivel de especie y 10 a nivel de género (Tabla 1). En cuanto al tipo de hábito, dominaron las algas epífitas (43 *taxa*) sobre las algas epilíticas (24 *taxa*) y se presentaron 2 *taxa* de macroalgas y 5 de cianobacterias que crecían sobre uno u otro sustrato (Tabla 1). Del total, el 55.4 % de los *taxa* figuran como nuevos registros; de ellos, 2 especies son nuevos registros para la Isla Gorgona, habiendo ya sido registradas en otras localidades del Pacífico colombiano, 27 *taxa* fueron nuevos registros para el Pacífico colombiano y 12 especies adicionales fueron nuevos registros para el POT (Tabla 1). Todos los *taxa* de cianobacterias encontradas (Figs. I-V) son nuevos registros para el Pacífico colombiano. La mayoría de los nuevos registros encontrados en los otros *phyla* son algas filamentosas de tamaño muy reducido y hábito epífito (Figs. V-VI), constituyendo el mayor aporte a la biodiversidad de macroalgas para este estudio.

En cuanto a grupos morfológicos, dominaron las algas filamentosas en ambos sitios con 57 *taxa* en total; se reportaron 9 *taxa* de algas corticadas, 3 *taxa* de algas foliosas (únicamente de la clase Ochrophyta y en La Azufrada) y 2 *taxa* de microalgas de talo postrado no calcáreo. El Laberinto presentó 48 *taxa* (6 Cyanophyta, 2 Chlorophyta y 40 Rhodophyta), 31 *taxa* de los cuales fueron exclusivos del lugar (3 Cyanophyta, 1 Chlorophyta, y 27 Rhodophyta); en comparación a La Azufrada, este sitio presentó una mayor diversidad de algas filamentosas (37 *taxa*) y corticadas (8 *taxa*) (Figura

VII), las cuales crecían sobre conchas de bivalvos y moluscos vivos que hacían parte del sustrato duro. La Azufrada presentó 43 *taxa* (9 Cyanophyta, 9 Chlorophyta, 5 Ochrophyta y 20 Rhodophyta), 26 *taxa* de los cuales fueron exclusivos del lugar (6 Cyanophyta, 8 Chlorophyta, 5 Ochrophyta y 7 Rhodophyta); en comparación a El Laberinto, La Azufrada presentó de manera exclusiva algas foliosas de la clase Ochrophyta (3 *taxa*) (Figura VII) y una mayor diversidad de cianobacterias, además se encontró a la especie *Polysiphonia cf. subtilissima* dominando el territorio número tres. Los sitios compartieron solamente 17 *taxa* o un 23 % del total (3 Cyanophyta, 1 Chlorophyta y 13 Rhodophyta), principalmente algas filamentosas (10 *taxa*), seguido por algas corticadas (3 *taxa*) y calcáreas erectas (2 *taxa*).

La variabilidad entre muestras del mismo sitio fue alta, ya que el índice de similitud de Jaccard presentó valores de 25-34 % para La Azufrada y de 26-40 % para El Laberinto. Sin embargo, la similitud entre los dos sitios fue aún menor, oscilando entre 10 a 23 % (Tabla 2). Las macrófitas encontradas con mayor frecuencia pertenecieron a los géneros *Amphiroa*, *Ceratodiction*, *Gelidium*, *Hypnea*, *Jania*, *Ceramium* y *Polisiphonia* (Rhodophyta). Los *taxa* compartidos entre los sitios fueron los géneros de algas calcáreas erectas *Jania* sp. y *Amphiroa* sp., las algas corticadas *Parviphycus adnatus*, *Hypnea pannosa*, *Hypnea spinella* y *Ceratodiction intricata*, las algas filamentosas *Chlorodesmis caespitosa*, *Chroodactylon cf. ornatum*, *Erythrotrichia carnea*, *Acrochaetium crassipes*, *Ceramium affine*, *Ceramium clarionense*, *Ceramium procumbens*, *Polysiphonia tongatensis*, las cianobacterias filamentosas *Moorea producens*, *Leibleinia cf. willei* y la cianobacteria postrada *Xenococcus pallidus*. La Azufrada presentó de manera exclusiva los géneros de macrófitas *Dictyota*, *Lobophora*, *Sphacelaria* y los géneros de microalgas *Blastophiza*, *Ulothrix*, *Ulvella* y *Uronema*. En el Laberinto se presentó de manera exclusiva la macrófita corticada *Laurencia* sp. y los géneros de algas de macroalgas filamentosas *Asparagopsis*, *Bryopsis*, *Callithamnion*, *Colaconema*, *Dasya* y la mayor parte de las especies de *Herposiphonia*.

DISCUSIÓN

El presente estudio amplió considerablemente la diversidad de algas bentónicas reportadas para el Pacífico Colombiano, ya que el 55.4 % de todas las especies encontradas son nuevos registros. Según la revisión de los reportes históricos de diversidad de algas bentónicas marinas, para el Pacífico colombiano se han reportado hasta el momento 137 *taxa* y de ellos 106 se han reportado para la Isla Gorgona (Schnetter & Bula-Meyer 1982, Bula-Meyer 1995, 1998, Murillo & Peña 2014). A diferencia de los datos mencionados por Murillo & Peña (2014), se reportan cuatro *taxa* mas para el Pacífico colombiano y dos *taxa* mas para la Isla Gorgona, posiblemente por cambios en la nomenclatura taxonómica (Guiry & Guiry 2015). La contribución de este estudio aumenta la diversidad conocida de algas de la Isla Gorgona a 147 *taxa* (38 % más) y del Pacífico colombiano a 178 *taxa* (30 % más). Estos resultados nos sugieren que la flora marina de la Isla Gorgona es más diversa de lo reportado históricamente, evidenciando la falta de estudios sobre estos organismos en la región. Dentro del conteo de los reportes de diversidad mencionados se tomaron en cuenta los reportes de variedades de especies, como también los reportes a nivel de género *Lomentaria* sp. y *Codium* sp. (de hábito incrustante) (Schnetter & Bula-Meyer 1982, Bula-Meyer 1995) y *Phormidium* sp., *Neogoniolithon* sp. y *Sporolithon* sp. (Murillo & Peña 2014). Además, se tomaron como especies diferentes a *Bryopsis pennata* J.V. Lamouroux y *B. galapagensis* W.R.Taylor (Guiry & Guiry 2015). Entre los nuevos reportes para el POT y el Pacífico colombiano, se encontraron formas de vida diminutas de amplia distribución mundial, como las especies *Acrochaetium crassipes*, *Acrochaetium densum*, *Ceramium affine*, *Blastophysa rhizopus*, *Colaonema hallandicum*, *Colaonema hypneae*, *Chaetomorpha minima*, *Chroodactylon cf. ornatum*, *Ulothrix flacca*, *Ulvella scutata* y *Uronema marinum*. El resto de nuevos reportes para el Pacífico colombiano fueron macroalgas distribuidas

en otras localidades del mundo, principalmente el Océano Atlántico, como *Bryopsis hypnoides*, *Boodleopsis pusilla*, *Sphacelaria novae-hollandiae*, *Griffithsia pacifica*, *Herposiphonia variabilis*, *Polysiphonia subtilissima*, *Neosiphonia tongatensis* y *Wrangelia argus*. Entre los nuevos reportes, las especies *Callithamnion marshallense*, *Ceratodictyon cf. tenue*, *Dasya ocellata*, *Herposiphonia pacifica*, *Hypnea spinella* y *Polysiphonia flaccisidissima* var. *decimera* han sido reportadas únicamente para el Océano Pacífico.

Entre los nuevos registros para El Pacífico Oriental Tropical, se encontró una especie no descrita del género *Ptilocladia*. El alga, de tamaño diminuto y sin estructura reproductivas, pertenece, por sus características vegetativas, a ese género. Sin embargo, tiene caracteres únicos que no corresponden a ninguna de las especies reconocidas actualmente (Tabla 3), por lo que se considera una posible nueva especie. El género *Ptilocladia* ha sido reportado hasta la fecha exclusivamente para el Pacífico Occidental, desde Japón a Nueva Zelanda, con el registro más oriental situado en el Archipiélago de Hawái. Con este hallazgo, se amplía notablemente el rango de distribución del género. Esta especie se encontró únicamente en el sitio rocoso El Laberinto, formando una intrincada estructura filamentosa junto con la forma tetraesporofítica de *Asparagopsis taxiformis*.

Este estudio reporta una diversidad mayor a la registradas por estudios similares en territorios de peces damisela del género *Stegastes* en el Indo-Pacífico y el Caribe (Letourneur *et al.* 1997, Ferreira *et al.* 1998, Letourneur 2000, Zemke & Beatson 2005, Gobler *et al.* 2006, Moreno *et al.* 2011, Dromard *et al.* 2013). La mayoría de los estudios se limitan a reportar los grupos funcionales dominantes (p.e. algas rojas filamentosas de hábito epífita), sin llegar a nivel de especie en la identificación. Las algas rojas constituyen el grupo más diverso en ambientes tropicales (Littler *et al.* 1983b, Hawkes 1990). Este estudio corrobora el hecho que la flora marina de la Isla Gorgona es constituida principalmente por algas rojas (47 especies de 74, o 63.5 %). Similarmente, en el Mar Caribe, la flora marina es constituida en su mayoría de Rhodophyta, que corresponden al 53-59 % del número total de

especies reportadas (Taylor & Rhyne 1970, Betancourt & Herrera 2001, Ballantine & Aponte 2002, Suarez 2005). Las cianobacterias son generalmente excluidas de los estudios de diversidad general, y también de las algas asociadas a estos territorios, al considerarse como microalgas (Mateo-Cid & Mendoza-González 2012).

Se decidió incluir a Cyanophyta en el listado taxonómico (Tabla 1) porque cumplen un rol ecológico fundamental como principales fijadores de nitrógeno en los arrecifes coralinos, abundan en los territorios de ciertas especies de *Stegastes* (Ceccarelli *et al.* 2001) y se han reportado formando colonias macroscópicas de tamaño considerable en la Isla Gorgona (Murillo & Peña, 2014). Debido a que este es el primer estudio que caracteriza las cianobacterias marinas del Pacífico colombiano, todas las especies encontradas son nuevos registros. Varias de ellas son inclusive nuevos registros para el POT. La especie *Moorea producens* fue la más abundante y se encontró en todos los territorios de ambos sitios. El registro del género *Moorea*, conformado únicamente por dos especies, es de suma importancia porque sus integrantes sintetizan una gran variedad de toxinas (Engene *et al.* 2012), algunas de las cuales se han probado como inhibidores del pastoreo de peces loros (Thacker *et al.* 1997) y parecen estar involucradas en la formación del tumor fibropapilomatosis en tortugas marinas (Arthur *et al.* 2006). No hay estudios sobre efectos de las toxinas del género *Moorea* en los peces damisela, pero la abundancia de la especie *M. producens* en todos los territorios puede indicar que *S. acapulcoensis* no se vea afectado por ellas. En los últimos años, se ha observado un aumento en el florecimiento de cianobacterias a nivel global (Paerl & Paul 2012, Puyana *et al.* 2015), y se prevé una mayor persistencia de los florecimientos de *Moorea producens* con un aumento de la temperatura oceánica, lo cual está relacionado con el cambio climático global. Así mismo, la producción de las toxinas posiblemente será favorecida a mayores temperaturas (O'Neill *et al.* 2012). Por lo tanto, es importante empezar a incluir estas algas en estudios y monitoreos, para determinar si su abundancia aumenta y si esto puede tener un efecto negativo sobre la cadena trófica, debido a la

ingestión y acumulación de toxinas en los diferentes niveles tróficos.

Las algas de la clase Ochrophyta producen metabolitos para evitar la herbivoría (Littler *et al.* 1983a, Barbosa *et al.* 2005) y competir contra organismos bénticos sésiles por espacio y luz (Fernández 2008). Es posible que la especie *Lobophora variegata*, única en su género para la Isla Gorgona, sea seleccionada por *S. acapulcoensis* por la producción de sustancias alelopáticas que le ayudarían a competir por el espacio de sus territorios contra los corales escleractinios (Jompa & McCook 2002), ya que se reportó únicamente en el sitio coralino La Azufrada y es frecuentemente reportada para otras especies de *Stegastes* en territorios coralinos (Gobler *et al.* 2006). En la especie *Dictyota bayartesiensis* se ha reportado la presencia de metabolitos con efectos disuasorios en peces *Stegastes* (Díaz *et al.* 2006) pero no hay estudios de este tipo para la especie *D. humifusa*, que fue frecuente en el territorio número uno de La Azufrada cubierta por abundantes epífitas. Este género de algas fue reportado por Daza (2014) como poco digeridas en el contenido estomacal de *S. acapulcoensis*, lo cual puede indicar que este pez no se ve afectado por su consumo.

Las algas epífitas y filamentosas muestran ser de suma importancia para los territorios de *S. acapulcoensis*, algo generalizado para la estructura de las demás comunidades marinas bentónicas (Montañés *et al.* 2003, Diaz & McCook 2008, Menezes & Faria 2008), debido a que presentan una variedad de adaptaciones morfológicas, físicas y químicas (Littler & Littler 1984, Copertino *et al.* 2006, Littler *et al.* 2006, Diaz & McCook 2008, Pringle 1990, Rugenski *et al.* 2008). Por su parte, las algas epífitas muestran una dependencia por la complejidad estructural (Diez *et al.* 2013, Verhulst 2013) y longevidad (Santelices 1977) de la macrófita hospedera, la cual le otorga microhábitats y nichos. Las algas epífitas pueden afectar el tamaño y biomasa del huésped por limitar la irradiación solar y la difusión de nutrientes (Hauxwell *et al.*, 2001, Nelson & Lee 2001), un fenómeno que se observó en el territorio número tres de la Azufrada, el cual fue como un monocultivo dominado por el alga filamentosa de hábito epífito *Polysiphonia cf. subtilissima*, presentando una diversidad mucho

menor que los demás territorios (Tabla 2), acorde con Montgomery (1980), Hata *et al.* (2010), Hata & Kato (2002) y Hixon (2015), que han registrado monocultivos de algas en territorios de peces damisela del género *Stegastes* que no siempre están asociados a una alta diversidad.

La baja similitud en la composición de especies observada entre los sitios mediante el índice de Jaccard demuestra la existencia de una fuerte relación entre la comunidad de algas y el sustrato dominante de la localidad (rocoso o coralino). Esto es notable debido a que la composición de la comunidad de algas puede también depender de otras variables ambientales en el sitio, así como de la estación climática (Mateo-Cid & Mendoza-González 2012), e incluso puede ser afectada por variables propias del pez damisela (Ceccarelli *et al.* 2001). Los estudios del contenido estomacal de peces damisela también son limitados porque tienden a reportar únicamente macrofitas que resisten el proceso digestivo, como las algas corticadas (Lobel 1981, Zemke *et al.* 1999), algas verdes filamentosas y algas pardas foliosas (Daza 2014), excluyendo una gran diversidad de macroalgas frágiles y de tamaños pequeños que hacen parte importante de la diversidad de cada localidad y que se suele reportar como “material vegetal digerido” o “*detritus*”. Ceccarelli *et al.* (2001, 2011) afirman que la diversidad de algas filamentosas o tipo césped asociadas a los territorios de los peces damisela no ha sido explicada satisfactoriamente ya que los estudios de este tipo se basan principalmente en la actividad de alimentación y no tienen en cuenta las otras actividades que llevan a cabo los peces en sus territorios.

Los resultados de este estudio corresponden con los de una comunidad de algas en un estado sucesional intermedio, que incluye organismos con ciclos de vida efímeros y de lento crecimiento, debido a la constante perturbación del pez damisela (Hixon 2015). Este patrón de sucesión se asemeja con la comunidad descrita en los experimentos de exclusión de herbivoría para el litoral rocoso del Pacífico de Panamá con un rico ensamble de algas filamentosas epífitas sobre algas calcáreas erectas que a su vez crecen sobre las conchas de invertebrados sésiles (Menge & Lubchenco 1981, Menge *et*

al. 1986a, 1986b), y los arrecifes coralinos de Australia con la presencia de cianobacterias, algas filamentosas, corticadas, calcáreas erectas y foliosas (Ceccarelli *et al.* 2011). Las algas macrófitas (epíliticas) y epífitas presentan una relación mutualista, debido a que las epífitas de más rápido crecimiento sirven como alimento a los organismos herbívoros, aportando nutrientes las macrófitas hospederas (Valiela *et al.* 1997). Diez *et al.* (2013) afirma que las Chlorophyta de los géneros *Bryopsis* y *Ulva* son hospederos no apropiados por presentar una estructura superficial simple, algo que se observó en los géneros de algas verdes *Acetabularia*, *Bryopsis*, *Parvocaulis* y *Chlorodesmis* registrados en este estudio. Por esto, es posible que la menor diversidad encontrada en la Azufrada esté relacionada en parte con la mayor presencia de algas verdes.

Para establecer la dependencia de la composición de algas en los territorios de *S. acapulcoensis* del tipo de hábitat en sitios de la Isla Gorgona debe evaluarse el espacio disponible como el principal recurso limitante dentro y fuera de los “jardines de algas” (Hixon 2015), que estaría definido tanto por rocas, material calcáreo (algas, corales y conchas de invertebrados bentónicos) y macrófitas. Es importante seguir estudiando el efecto de los peces damisela en la estructura de la comunidad de algas porque puede ser determinante ante un futuro escenario de sobrepesca de grandes peces herbívoros (Ceccarelli *et al.* 2011); además algunos estudios han relacionado las algas filamentosas con una respuesta positiva ante la sobrepesca, eutrofización y la acidificación de los océanos (Littler *et al.* 2006, Diaz & McCook 2008, Gorgula & Conell 2004, Vermeij *et al.* 2010, Barott *et al.* 2012). Duarte *et al.* (2015) demostró que ciertas algas se verían alteradas en su biomasa y contenido de proteínas ante un medio más ácido, lo cual alteraría las preferencias alimenticias de los organismos herbívoros y tendría serias implicaciones en la estructura de la comunidad bentónica.

Los patrones de diversidad de algas bentónicas, en la mayoría de los casos, han sido moldeados por una acción conjunta de las corrientes oceánicas y la deriva continental (Kerswell 2006). Por tanto, se esperaría que la composición de *taxa* en territorios de *S. acapulcoensis* tenga una mayor

similitud con el litoral Pacífico de Colombia y Panamá que con otras localidades del POT, debido a que la corriente oceánica de la surgencia de la ensenada de Panamá (Panama Bight) resulta ser un factor ambiental determinante en las comunidades marinas bentónicas de esta región (Giraldo 2008). Sin embargo, Cruz (2007) afirma que las comunidades de algas litorales en Venezuela muestran una alta variación (60–70 %) en la composición de *taxa* para escalas espaciales pequeñas (metros y cientos de metros), siendo mayor que las comparaciones a escalas espaciales más grandes. Con los datos disponibles, es posible afirmar que la similitud de especies dentro de los territorios de *S. acapulcoensis* muestra una importante similitud de géneros a nivel del POT, con géneros de gran diversidad (*Ulva*, *Lobophora*, *Dictyota*, *Ceramium*, *Jania*, *Amphiroa*, *Laurencia*, *Callithamnion*, *Gayliella* y *Dasya*). Al comparar las especies registradas con inventarios de diversidad general del POT, se observa que 35 especies son compartidas con el Pacífico Centroamericano (Costa Rica, Panamá, El Salvador, Nicaragua y Guatemala) (Fernández *et al.* 2011), y un número menor con México (31 sp. en total) (Baja California (8-9 sp.) (Aguilar *et al.* 2010, Mateo-Cid & Mendoza-González 1994), Cabo Pulmo y Punta Arenas (13 sp.) (Mateo-Cid *et al.* 2000), Colima (10 sp.) (Mateo-Cid & Mendoza-González 1991) Nayarit (11 sp.) (Mateo-Cid & Mendoza-González 1992), Jalisco (17 sp.) (Mendoza-González *et al.* 2011) y Guerrero (19 sp.) (Rodríguez *et al.* 2010, Mateo-Cid & Mendoza-González 2012) y las Islas Galápagos (Ecuador) y las Islas Revillagigedo (ambas con 23 sp.) (Garske 2002, Conanp-semarnat 2004, Chiriboga *et al.* 2011).

El alto número de nuevos registros, muchos de los cuales son nuevos para toda la región, seguramente es el resultado de la falta de estudios enfocados en las algas de tamaño diminuto. Sin embargo, no se puede excluir que algunos de estos nuevos registros sean el resultado de introducciones accidentales, por vectores como el agua de lastre, que es uno de los vectores menos selectivo para el transporte de especies acuáticas. El hecho que estas especies sean diminutas facilita su eventual transporte pasando desapercibidas. Wysor (2004) afirma que algunas especies están presentes en el litoral Caribe y

Pacífico de Panamá porque el canal artificial que los une ha servido como ruta de propagación para peces eurihalinos, trozos de mangle y embarcaciones transoceánicas con su agua de lastre. Sería importante determinar si algunas de las especies encontradas son el resultado de introducciones, y cuál puede ser el vector más probable.

En conclusión, la comunidad de algas bentónicas en territorios de *Stegastes acapulcoensis* resultó en una fuente interesante de estudio en diversidad de algas para el Pacífico colombiano, principalmente de cianobacterias, algas filamentosas y epífitas. Se consideraría como una comunidad con diferencias en su composición para un hábitat rocoso y otro coralino, mostrando ser una comunidad dinámica y posiblemente fortuita. Es importante continuar inventariando la diversidad de algas del Pacífico colombiano y de aquellas asociadas a los peces damisela porque se pueden presentar nuevos descubrimientos, además de representar una oportunidad de monitorear posibles cambios perjudiciales en la estructura de la comunidad, salud y biodiversidad de los ecosistemas marinos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá por el préstamo de los laboratorios y equipos, a la estudiante Viviana Cangrejo por su ayuda con las publicaciones de Germán Bula Meyer. Agradecemos también al equipo de curadores del herbario Nacional de Colombia (COL), a los estudiantes Diego Hernández Contreras y Hernel Marín Salgado de la Universidad del Valle, al grupo de Investigación en arrecifes coralinos de la Universidad del Valle y a Melina Rodríguez Moreno por su ayuda en concebir este proyecto en la contribución de las muestras, que fueron colectadas en el marco de su proyecto de doctorado “Biogeografía, patrones de conectividad y ecología de peces damisela del género *Stegastes* del Pacífico Oriental Tropical”.

LITERATURA CITADA

- Abbott, I.A. (1999). *Marine red algae of the Hawaiian Islands*. Bishop Museum Press, Honolulu, Hawaii.
- Abbott, I.A. and Hollenberg, G.J. (1976). *Marine algae of California*. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Abbott, I.A. and Norris, R.E. (1993). "New species of Ceramiaceae (Rhodophyta) from the Hawaiian Islands. *Phycologia*, Vol. 32, 451-461 pp.
- Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L.E., Avila S., G.E., Gozales Y., O. and Becerril B., F. (2010). "Macroalgas submareales de la bahía de Todos Santos, Baja California, México". *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 81, No. 3, 601-618 pp.
- Aguilar-Rosas., R., Ochoa I., M.J., Aguilar-Rosas, L.E., Tovalín H., O.A. and Páez O., F. (2009). "Nuevos registros de macroalgas marinas para el estado de Sinaloa, México". *Polibotanica*, Vol. 28, 1-14 pp.
- Arthur, K.E., Shaw, G.R., Limpus, C.J. and Udy, J.W. (2006). "A review of the potential role of tumour promoting compounds produced by *Lyngbya majuscula* in marine turtle fibropapillomatosis". *African Journal of Marine Science*, Vol. 28, No. 2, 441-446 pp.
- Alzate, A., Muñoz, C.G., Zapata, F.A. and Giraldo, A. (2012). "New records of cryptibenthic fishes in coral reef habitats of Gorgona Island, Colombia, Tropical Eastern Pacific". *Boletín invemar*, Vol. 41, No. 1, 229-235 pp.
- Ballantine D.L. and Aponte, N.E. (2002). "A Checklist of the Benthic Marine Algae Known to Puerto Rico, Second Revision". Disponible en: http://ucjeps.berkeley.edu/constancea/83/ballantine_aponte/checklist.html (Acceso 17 Diciembre 2015).
- Barbosa, J., Teixeira, V. and Pereira, R. (2005). "A Dolabellane diterpene from the brown alga *Dictyota paffii* as chemical defense against herbivores". *Botanica Marina*, Vol. 47 No. 2, 147-151 pp.
- Barott, K.L., Williams, G.J., Vermeij, M.J.A., Harris, J., Smith, J.E., Rohwer, F.L. and Sandin, S.A. (2012). "Natural history of coral-algae competition across a gradient of human activity in the Line Islands". *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 460, 1-12 pp.
- Betancourt, L. and Herrera M., A. (2001). "Algas marinas bentónicas (Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta) conocidas para la Hispaniola. *Revista Moscosoa*, Vol. 12, 105-134 pp.
- Blanco, J.F. (2009). "Hidroclimatología de la Isla Gorgona: Patrones estacionales y relacionados con el ENSO". *Actualidades biológicas*, Vol. 31, No. 91, 111-121 pp.
- Bula-Meyer, G. (1995). "Macroalgas de la Isla Gorgona (Pacífico Colombiano) con nuevos registros y una explicación de la baja diversidad y biomasa", en: Pinto, P. (ed.), *La Isla Gorgona, nuevos estudios biológicos*. Editorial Guadalupe Ltda., Bogotá D.C. 23-45 pp.
- Bula-Meyer, G. (1998). "Estado actual de la taxonomía de las macroalgas marinas de Colombia". *Boletín Ecotropica: Ecosistemas Tropicales*, Vol. 33, 1-14 pp.
- Ceccarelli, D.M, Jones, G.P and McCook, L.J. (2001). "Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs". En: Gibson, R.N (Ed.), *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. Vol. 39, CRC Press, Oban, U.K., 355-389 pp.

- Ceccarelli, D.M, Jones, G.P and McCook, L.J. (2011). "Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 399, Issue 1, 60-67 pp.
- Chiriboga, A., Ruiz, D., Ziemmeck, F., Banks, S., Jaramillo D., P. (2011). "FCD Lista de especies de Algas de Galápagos". En: Bungartz, F., Herrera, H., Jaramillo, P., Tirado, N., Jiménez-Uzcátegui, G., Ruiz, D., Guézou, A. and Ziemmeck, F. (eds.). Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos. Disponible en: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/algae/> (Acceso Diciembre 10 2015).
- CONANPT-SEMARNAT. (2004). *Programa de conservación y manejo reserva de la biosfera archipiélago de Revillagigedo, México*. CONANPT, México D.F.
- Connor, J.L. and Adey, W.H. (1977). "The benthic algal composition, standing crop, and productivity of a Caribbean algal ridge". *Atoll Research Bulletin*, Vol. 211, pp. 41.
- Copertino, M.S. Cheshire, A. and Watling, J. (2006). "Photoinhibition and photoacclimation of turf algal communities on a temperate reef, after *in situ* transplantation experiments". *Journal of Phycology*, Vol. 42, pp. 580-592.
- Cruz, J.J. (2007). "Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela". *Ciencias Marinas*, Vol. 33, No. 2, 133-148 pp.
- Dawson, E.Y. (1944). "The marine algae of the Gulf of California". *Allan Hancock Pacific Expeditions*, Vol. 3, No. 10, 189-454 pp.
- Dawson, E.Y. (1954). "Marine plants in the vicinity of the Institut Océanographique de Nha Trang, Viêt Nam". *Pacific Science*, Vol. 8, 372-469 pp.
- Dawson, E.Y. (1962a). "Additions to the marine flora of Costa Rica and Nicaragua". *Pacific Naturalist*, Vol. 3, 375-393 pp.
- Dawson, E.Y. (1962b). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae". *Allan Hancock Pacific Expeditions*, Vol. 26, No. 1, pp. 1-207.
- Dawson, E.Y. (1963). "Marine red algae of Pacific Mexico, Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae". *Nova Hedwigia*, Vol. 6, No. 3-4, 401-484 pp.
- Dawson, E.Y., Acleto, O.C. and Foldvik, N. (1964). "The seaweeds of Peru". *Nova Hedwigia*, Vol. 13, 1-111 pp.
- Daza N., J.P. (2014). Ecología trófica de peces damiselas (género *Stegastes*) en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. Tesis de Pregrado. Universidad del Valle.
- Diaz P., G. and McCook, L. (2008). "Macroalgae (Seaweeds)", en: Chin. A, (Ed.) *The State of the Great Barrier Reef On-line*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville. Disponible en: http://www.gbrmpa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0019/3970/SORR_Macroalgae.pdf (Acceso 1 Noviembre 2015).
- Díaz R, M.C., Bula-Meyer, G., Zea, S. and Martínez, A. (2006). "Ensayos de actividad biológica y ecología química de extractos orgánicos de macroalgas del Caribe colombiano". *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras*. Vol. 35, 241-247 pp.
- Diez G., Y.L., Jover C., A., Suarez A., A.M., Gómez L., L.M. and Toyota F., M. (2013). "Distribution of epiphytic macroalgae on the thalli of their hosts in Cuba". *Acta Botanica Brasileria*, Vol. 27, No. 4, 815-826 pp.

- Dominici-Arosemena, A. and Wolff, M. (2006). "Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment". *Helgoland Marine Research*, Vol. 60, 287-305 pp.
- Dromard, C.R., Bouchon-Navaro, Y., Cordonnier, S., Fontaine, M.F., Verlaque, M., Harmelin-Vivien, M. and Bouchon, C. (2012) "Resource use of two damselfishes, *Stegastes planifrons* and *Stegastes adustus*, on Guadeloupean reefs (Lesser Antilles): Inference from stomach content and stable isotope analysis". *Journal of experimental marine biology and ecology*, Vol. 440, 116-125 pp.
- Duarte, C., López, J., Benítez, S., Manríquez, P.H., Navarro, J.M., Bonta, C.C., Torres, R. and Quijón, P. (2015). "Ocean acidification induces changes in algal palatability and herbivore feeding behavior and performance". *Oecologia*, Vol. 1-10 pp. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00442-015-3459-3#>. (Acceso 1 Noviembre 2015)
- Engene, N., Rottacker, E.C., Kastovsky, J., Byrum, T., Choi, H., Ellisman, M.H., Komárek, J. and Gerwick, W.H. (2012). "*Moorea producens* gen. nov., sp. nov. and *Moorea bouillonii* comb. nov., tropical marine cyanobacteria rich in bioactive secondary metabolites". *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Vol. 62, 1171-1178 pp.
- Fernández G., C. (2008). "Flora marina del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 56, 57-69 pp.
- Fernández G., C., Riosmena R., R., Wysor, B., Tejada, O.L. and Cortez, J. "Checklist of the Pacific marine macroalgae of Central America". *Botanica marina*, Vol. 54, 53-73 pp.
- Ferreira C., E.L., Gonçalves J., E.A., Coutinho, R. and Peret, A.C., (1998). "Herbivory by the dusky damselfish *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) on a tropical rocky shore: effects on the benthic community". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 229, 241-264 pp.
- Garske, L.E. (2002). "Macroalgas marinas", en: Danut, E. and Edgar G.J. (eds). *Reserva Marina de Galápagos. Línea base de la biodiversidad*. Fundación Charles Darwin, Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos.
- Giraldo, A., Rodríguez-Rubio, E. and Zapata, F.A. (2008). "Condiciones oceanográficas en Isla Gorgona, Pacífico oriental tropical de Colombia". *Latin American Journal of Aquatic Research*, Vol. 36, No. 1, 121-128 pp.
- Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo, J.D. and Rivera, M. (2014). "Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca". *Revista de Biología Tropical*, Vol.62, 117-132 pp.
- Gobler, C.J., Thibault, D.B., Davis, T.W., Curran, P.B., Peterson, B.J. and Liddle, L.B. (2006). "Algal assemblages associated with *Stegastes* sp. Territories on Indo-Pacific coral reefs: Characterization of diversity and control on growth". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 336, 135-145 pp.
- Guiry, M.D. and Guiry, G.M. (2015). "AlgaeBase. World-wide electronic publication". Disponible en: www.algaebase.org, (acceso 31 Septiembre 2015).
- Gutierrez C., A. (2012). *Estudio de metabolitos secundarios de Rodophytas y Phaeophytas*. Tesis de Doctorado, Universidad de la Laguna.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. (2001). "PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis". *Palaeontologia Electronica*, Vol. 4 No. 1, 9

- pp. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (Acceso 20 Diciembre 2015).
- Hata, H. and Kato, M. (2002). "Weeding by the herbivorous damselfish *Stegastes nigricans* in nearly monocultural algae farms". *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 237, 227-231 pp.
- Hata, H., Nishihira, M. and Kamura, S. (2002). "Effects of habitat-conditioning by the damselfish *Stegastes nigricans* on community structure of benthic algae". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 280, 95-116 pp.
- Hata, H., Watanabe, K. and Hata, M. (2010). "Geographic variation in the damselfish-red alga cultivation mutualism in the Indo-West Pacific". *BioMed Central Evolutionary Biology*, Vol. 10, 185 pp.
- Hauxwell, J., Cebrian, J., Furlong, C. and Valiela, I. (2001). "Macroalgal canopies contribute to eelgrass (*Zostera marina*) decline in temperate estuarine ecosystems". *Ecology*, Vol. 82, 1007-1022 pp.
- Hawkes, M.W. (1990). "Reproductive strategies". En: Cole, K.M. and Sheath, R.G. (eds.), *Biology of red algae*. Cambridge University Press, Cambridge, 455-476 pp.
- Hay, M.E. and Gaines, S.D. (1984). "Geographic differences in herbivore impact: Do Pacific herbivores prevent Caribbean seaweeds from colonizing via the Panama Canal?". *Biotropica*, Vol. 16, 24-30 pp.
- Hixon, M.A. (2015). "Reef fishes, Seaweeds and Corals". En: Birkeland, C. (ed.), *Coral Reefs in the Anthropocene*, Springer Netherlands, 1995-215 pp.
- Hixon, M.A. and Brostoff, W.N. (1983). "Damselfish as keystone species in reserve: intermediate disturbance and diversity of reef algae". *Science*, Vol. 220, 511-513 pp.
- Hollenberg, G.J. (1968a). "An account of the red alga *Herposiphonia* occurring in the central and western tropical Pacific Ocean". *Pacific Science*, Vol. 12, 536-559 pp.
- Hollenberg, G.J. (1968b). "An account of the species of *Polysiphonia* of the central and western tropical Pacific Ocean. I. Oligosiphonia". *Pacific Science*, Vol. 22, 56-98 pp.
- Howe, M.A. (1910). "Report on a botanical visit to the Isthmus of Panama". *Journal of New York Botanical Garden*, Vol. 11, 30-44 pp.
- IUCN. (2015). "The IUCN Red List of Threatened Species". Disponible en: www.IUCN.org (Acceso 31 Noviembre 2015).
- Jompa, J. and McCook, L.J. (2002). "The effects of nutrients and herbivory on competition between a hard coral (*Porites cylindrica*) and a brown alga (*Lobophora variegata*). *Limnology Oceanography*, Vol. 42, No. 2, 527-534 pp.
- Kajimura, M. (1995). "*Ptilocladia okiensis* sp. nov. (Nemastomataceae, Rhodophyta) from Japan". *Botanica Marina*, Vol. 38, 239-249 pp.
- Kerswell, A.P. (2006). "Global biodiversity patterns of benthic marine algae". *Ecology*, Vol. 87, pp. 2479-2488.
- Komárek, J. (2013). "Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota: 3rd part: heterocystous genera". *Springer Spektrum*, Vol. 19, 1-1130 pp.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. (1999). "Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales". En: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1-548 pp.

- Komárek, J. and Anagnostidis, K. (2005). "Süsswasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota: 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales". *Elsevier Spektrum Akademischer Verlag*, Vol. 19, 1-759 pp.
- Letourneur, Y. (2000). "Spatial and temporal variability in territoriality of a tropical benthic damselfish on a coral reef (Reunion Island)". *Environmental Biology of Fishes*, Vol. 57, No. 4, 377-391 pp.
- Letourneur, Y., Galzin, R. and Harmelin-Vivien, M. (1997). "Temporal variations in the diet of the damselfish *Stegastes nigricans* (Lacepède) on a Réunion fringing reef". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 217, pp. 1-18.
- Littler D.,S. and Littler M.,M. (2000). *Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics Inc., Washington D.C.
- Littler D.,S. and Littler M.,M. (2009). "Marine plants of Pacific Panama". Smithsonian Tropical Research Institute, disponible en: <http://biogeodb.stri.si.edu/pacificalgae/list> (Acceso 1 Diciembre 2015).
- Littler M.,M., Littler D.,S. and Brooks, B.L. (2006). "Harmful algae on tropical coral reefs: Bottom-up eutrophication and top-down herbivory". *Harmful algae*, Vol. 5, 565-585 pp.
- Littler, M.M., Littler, D.S. and Taylor, P.R. (1983a). "Evolutionary strategies in a tropical barrier reef: system: functional-form groups of a marine macroalgae". *Journal of Phycology*, Vol. 19, Issue 2, 229-237 pp.
- Littler, M.M., Taylor, P.R and Littler, D.S. (1983b). "Algal resistance to herbivory on a Caribbean barrier reef". *Coral reefs*, Vol. 2, 111-118 pp.
- Littler, M.M. and Littler, D.S. (1984). "Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky- intertidal system". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 74, 13-34 pp.
- Lobel, P.S. (1981). "Trophic biology of herbivorous reef fishes: alimentary pH and digestive capabilities". *Journal of Fish Biology*, Vol. 19, 365-397 pp.
- Mamoozadeh, N. (2010). "Morphological and molecular analyses of *Polysiphoni Sensu Lato* in Southern Central America and the Caribbean". Tesis de Maestria, University of North Carolina.
- Mateo-Cid, L.E. and Mendoza-González, A.C. (1991). "Algas marinas béticas de la costa del estado de Colima, México". *Acta Botanica Mexicana*, Vol. 13, 9-30 pp.
- Mateo-Cid, L.E. and Mendoza-González, A. C. (1992). "Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México". *Acta Botanica Mexicana*, Vol. 20, 13-28 pp.
- Mateo-Cid, L.E., Mendoza-González, A. C. (1994). "Estudio florístico de las algas bentónicas de Bahía Asunción, Baja California Sur, México". *Ciencias Marinas*, Vol. 20, No. 1, 41-64 pp.
- Mateo-Cid, L.E. and Mendoza-González, A.C. (2012). "Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México". *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 83, No. 4, 905-928 pp.
- Mateo-Cid, L.E., Mendoza-González, A.C., Galicia G., C. and Huerta M., L. (2000). "Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas de Punta Arena y Cabo Pulmo, Baja California Sur, México". *Acta Botánica Mexicana*, Vol. 52, 55-73 pp.

- Mendoza-González, A.C., Mateo-Cid, L.E. and Galicia G., C. (2011). “Integración florística de las algas marinas de la costa sur de Jalisco, México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 82, No. 1, 19-49 pp.
- Menezes de S., M.T. and Faria de S., A.D. (2008). “Variação sazonal do epifitismo por macroalgas em uma população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) da Bahia da Ilha Grande, Rio de Janeiro”. *Oecologia Brasileira*, Vol. 12, 299-314 pp.
- Menge, B.A. and Lubchenco, J. (1981). “Community organization in temperate and tropical rocky intertidal habitats: prey refuges in relation to consumer pressure gradients”. *Ecology Monographs*, Vol. 51, 429-450 pp.
- Menge, B.A., Lubchenco, J., Ashkenas, L.R. and Ramsey, E. (1986a). “Experimental separation of effects of consumers on sessile prey in the low zone of a rocky shore in the bay of Panama: direct and indirect consequences of food web complexity”. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 100, 225-269 pp.
- Menge, B.A., Lubchenco, J., Gaines, S.D. and Ashkenas, L.R. (1986b). “A test of the Menge-Sutherland model of community organization in a tropical rocky intertidal food web”. *Oecologia*, Vol. 71, 75-89 pp.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C. and Spalding, M.D. (2008). “Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity”. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 6, 485-492 pp.
- Montañés, M.A., Reyes, J. and Sansón, M. (2003). “La comunidad de epífitos de *Zonaria tournefortii* en el norte de Tenerife (Islas Canarias); análisis florístico y comentarios sobre su epifauna”. *Vieraea*, Vol. 31, 121-132 pp.
- Montgomery, W.L. (1980). “The impact of non-selective grazing by the giant blue damselfish, *Microspathodon dorsalis*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico”. *Bulletin of Marine Science*, Vol. 30, 290-303 pp.
- Montgomery, W.L. and Gerking, S.D. (1980). “Marine macroalgae as foods for fishes: an evaluation of potential food quality”. *Environmental Biology of Fishes*, Vol. 5, 143-153 pp.
- Moreno-Sánchez, X.G., Abitia-Cárdenas, L.A., Escobar-Sánchez, O. and Palacios-Salgado, D.S. (2011). “Diet of Cortez damselfish *Stegastes rectifraenum* (Teleostei: Pomacentridae) from the rocky reef at Los Frailes, Baja California Sur, México”. *Marine Biodiversity Records*, Vol. 4, 1-5 pp.
- Murillo M., M. and Peña S., E.J. (2014). “Algas marinas bentónicas de la Isla Gorgona, costa pacífica colombiana”. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 62, Suppl.1, 27-41 pp.
- Nelson, T.A. and Lee, A. (2001). “A manipulative experiment demonstrates that blooms of the macroalgal *Ulvaria obscura* can reduce eelgrass shoot density”. *Aquatic Botany*, Vol. 71, 149-154 pp.
- Norris, J.N. (2010). “Marine algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae”. *Smithsonian Contributions to the Botany*, Vol. 94, 1-276 pp.
- Norris, J.N. (2014). “Marine algae of the northern Gulf of California, II: Rhodophyta”. *Smithsonian Contributions to Botany*, Vol. 96, 1-555 pp.
- O'Neill, J.M., Davis T.W., Burford M.A. and Gobler C.J., (2012). “The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change”. *Harmful Algae*, Vol. 14, 313-334 pp.

- Paerl, H.W. and Paul, V.J. (2012). "Climate change: Links to global expansion of harmful cyanobacteria". *Water Research*, Vol. 46, No. 5, 1349-1363 pp.
- Price, I.R. and Scott, F.J. (1992). *The turf algal flora of the Great Barrier Reef. Part 1. Rhodophyta*. James Cook University, Townsville, QNLD.
- Pringle, C. (1990). "Nutrient spatial heterogeneity: effects on community structure, physiognomy, and diversity of stream algae". *Ecology*, Vol. 71, 905-920 pp.
- Puyana, M., Acosta, A., Bernal-Sotelo, K., Velásquez-Rodríguez, T. and Ramos, F. (2015). "Spatial scale of cyanobacterial blooms in Old Providence Island, Colombian Caribbean". *Universitas Scientiarum*, Vol. 20, No. 1, 83-105 pp.
- Rodríguez, D., Candelaria, C. and López, N. (2010). *Macroalgas marinas de la Región de Zihuatanejo, Guerrero*. SNIB-CONABIO, México, D.F.
- Rodríguez-Rubio, E., Schneider, W. and Abarca del R., R. (2003). "On the seasonal circulation within the Panama Bight derived from satellite observations of wind, altimetry and sea surface temperature". *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, No. 7, 1410-1413 pp.
- Rugenski, A.T., Marcarelli, A.M., Bechtold, H.A. and Inouye, R.S. (2008). "Effects of temperature and concentration on nutrient release rates from nutrient diffusing substrates". *Journal of the North American Benthological Society*, Vol. 27, 52-57 pp.
- Santelices, B. (1977). *Ecología de las algas marinas bentónicas*. Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Setchell, W.A. and Gardner, N.L. (1924). "New Marine algae from the Gulf of California". *Proceedings of the California Academy of Sciences*, Vol. 12, 695-949 pp.
- Schneider, C.W. and Searles, R.B. (1991). *Seaweeds of the southeastern United States. Cape Hatteras to Cape Canaveral*. Duke University Press, Durham.
- Schnetter, R. and Bula-Meyer, G. (1982). "Algas marinas del litoral Pacífico de Colombia, Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae". *Bibliotheca Phycologica*, Vol. 60, pp. 1-287.
- Souza, A.T., Ilarri, M.E. and Rosa, L.I. (2011). "Habitad use, feeding and territorial behaviour of a Brazilian endemic damselfish *Stegastes rocaensis* (Actenopterygii: Pomacentridae)". *Environmental Biology of Fishes*, Vol. 91, 133-144 pp.
- Steneck, R.S. and Dethier, M.N. (1994). "A functional group approach to the structure of algal-dominated communities". *Oikos*, Vol. 69, 476-498 pp.
- Suárez, A.M. (2005). "Lista de las macroalgas marinas cubanas". *Revista de Investigaciones Marinas*, Vol. 26 No. 2, 93-148 pp.
- Taylor, W.R. (1945). "Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands". *Allan Hancock Pacific Expeditions*, Vol. 12, issue 1-4, 1-528 pp.
- Taylor, W.R. and Rhyne, C.F. (1970). "Marine algae of Dominica". *Smithsonian Contributions to Botany*, Vol. 3, 1-16 pp.
- Thacker, R.W., Nagle, D.G. and Paul, V.J. (1997). "Effects of repeated exposures to marine cyanobacterial secondary metabolites on feeding by juvenile rabbitfish and parrotfish". *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 167, 21-29 pp.
- Thacker, R., Ginsburg, D. and Paul, V. (2001). "Effects of herbivore exclusion and nutrient enrichment on coral reef macroalgae and cyanobacteria". *Coral Reefs*, Vol. 19, Issue 4, 318-329 pp.

- Thresher, R.E. (1976). "Field analysis of the territoriality of the threespot damselfish, *Eupomacentrus planifrons* (Pomacentridae)". *Copeia*, Vol. 6, 266-276 pp.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P.J., Hersh, D. and Foreman, K. (1997). "Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences". *Limnology and Oceanography*, Vol: 42, 1105-1118 pp.
- Vargas-Angel, B., Zapata, F.A., Hernández H. and Jiménez, J. M. (2001). "Coral and coral reef responses to the 1997-98 El Niño event on the Pacific coast of Colombia". *Bulletin of Marine Science*, Vol. 69, 111-132 pp.
- Verhulst, S. (2013). "Response of the epiphytic algal communities to experimentally elevated nutrient levels in intertidal salt marsh habitats". Tesis de Maestria. University of North Florida.
- Vermeij, M.J.A., van Moorselaar, I., Engelhard, S., Hörnlein, C., Vonk, S.M. and Visser, P.M. (2010). "The Effects of Nutrient Enrichment and Herbivore Abundance on the Ability of Turf Algae to Overgrow Coral in the Caribbean". *PLoS ONE*, Vol. 5, No 12.
- Wehr, J.D. and Sheath R.G. (2003). "Freshwater habitats of algae", en: Wehr, J.D. and Sheath R.G., (eds.). *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, New York, 11-57 pp.
- Wellington, G.M. (1982). "Depth zonation of coral in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes". *Ecological Monographs*, Vol. 52, 223-241 pp.
- Womersley, H.B.S. (1996). *The marine benthic flora of southern Australia - Part IIIB - Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales*. Australian Biological Resources Study & The State Herbarium of South Australia, Canberra & Adelaide.
- Womersley, H.B.S. (1998). *The marine benthic flora of southern Australia. Rhodophyta. Part IIIC, Ceramiales Ceramiaceae, Dasyaceae*. Australian Biological Resources Study & The State Herbarium of South Australia, Canberra & Adelaide.
- Womersley, H.B.S. (2003). *The marine benthic flora of southern Australia - Part IIID Ceramiales - Delesseriaceae, Sarcomeniaceae, Rhodomelaceae*. Australian Biological Resources Study & the State Herbarium of South Australia, Canberra & Adelaide.
- Wysor, B. (2004). "An annotated list of marine Chlorophyta from the Pacific coast of the Republic of Panama with a comparison to Caribbean Panama species". *Nova Hedwigia*, Vol. 78, 209-242 pp.
- Yoshida, T. (1997). "Japanese marine algae: new combinations, new names and new species". *Phycological Research*, Vol. 45, 163-167 pp.
- Zapata, F.A. and Vargas A., B. (2003). "Corals and coral reefs of the Pacific coast of Colombia", en: Cortes, J. (ed.), *Coral reefs of Latin America*, Elsevier Science, Amsterdam, pp. 419-448 pp.
- Zapata, F.A, Rodríguez-Ramírez, A., Caro-Zambrano, C. and Garzón-Ferreira, J. (2010). "Mid-term coral-algal dynamics and conservation status of a Gorgona Island (Tropical Eastern Pacific) coral reef". *Revista de Biología Tropical*, Vol. 58, 81-94 pp.
- Zea, S. (1993). "Cover of sponges and other sessile organisms in rocky and coral reef habitats of Santa Marta, colombian Caribbean Sea". *Caribbean Journal of Science*, Vol. 29, No. 1-2, pp. 75-88.

- Zemke, L.W. and Beatson, E.L. (2005). "Algal community composition within territories of the damselfish *Stegastes nigricans* (Pomacentridae, Labroidei) in Fiji and the Cook Islands". *The South Pacific Journal of Natural Science*, Vol. 23, 43-47 pp.
- Zemke W., W.L., Clements, K.D, Harris, P.J. (1999). "Acid lysis of macroalgae by marine herbivorous fishes: myth or digestive mechanism?". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 233 No. 1, 95-113 pp.

Tabla 1. Lista de especies. A: La Azufrada; L: El Laberinto. P: Propágulo; E: Esporófito; T: Tetraesporófito; G: Gametófito; F: Gametófito Femenino fértil; M: Gametófito masculino fértil: .
*Nuevos registros para Isla Gorgona; **Nuevos registros para el Pacífico colombiano; ***Nuevos registros para el POT.

<i>Taxa</i>	A1	A2	A3	L1	L2	L3	Notas	Estadio
CYANOPHYTA								
Xenococcaceae								
<i>Xenococcus pallidus</i> (Hansgirg) Komárek & Anagnostidis***	X	X	X	X	X		Epífita y agregada.	
Oscillatoriaceae								
<i>Moorea producens</i> Engene, Rottacker, Kastovsky, Byrum, Hy.Choi, Ellisman, Komárek & Gerwick**	X	X	X	X	X	X	Epífita y agregada.	
<i>Oscillatoria cf. margaritifera</i> Kützinger ex Gomont**	X						Libre y formando colonias.	
<i>Oscillatoria cf. nigro-viridis</i> Thwaites ex Gomont***						X	Libre y solitaria.	
Rivulariaceae								
<i>Calothrix cf. confervicola</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault***				X			Epífita y agregada.	
<i>Calothrix cf. fuscoviolacea</i> P.L.Crouan & H.M.Crouan ex Bornet & Flahault***	X						Libre y agregada.	
<i>Calothrix cf. marchica</i> Lemmermann**	X						Libre y agregada.	
<i>Microchaetae</i> sp. G.Thuret ex É.Bornet & C.Flahault**		X					Epífita y agregada.	
Leptolyngbyaceae								
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieronymus) Compère**						X	Epífita y agregada sobre <i>Anotrichium tenuis</i> .	
<i>Leibleinia gracilis</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis & Komárek**	X						Epífita y agregada sobre <i>G. pusillum</i> .	
<i>Leibleinia cf. willei</i> (Setchell & N.L.Gardner) P.C.Silva***			X		X		Epífita y agregada.	
Pseudanabanaceae								
<i>Pseudanabaena cf. catenata</i> Lauterborn***	X						Libre y agregada	
CHLOROPHYTA								
Chaetophoraceae								
<i>Uronema marinum</i> Womersley***	X		X				Epífita y solitaria sobre <i>Ceratoduction</i> sp. y <i>Herposiphonia</i> sp.	
Ulothricaceae								
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret**	X		X				Epífita y solitaria.	
Ulvellaceae								
<i>Ulvella scutata</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor**	X	X					Epífita y agregada.	
Ulvaceae								
<i>Ulva</i> sp. Linnaeus	X						Epífita y solitaria.	

Continúa en la siguiente página.

<i>Taxa</i>	A1	A2	A3	L1	L2	L3	Notas	Estadio
Cladophoraceae								
<i>Chaetomorpha minima</i> F.S.Collins & Hervey**			X				Epífita sobre <i>Ceratodyction</i> sp.	
Udoteaceae								
<i>Chlorodesmis caespitosa</i> J.Agardh	X	X	X	X	X		Saxícola, formando densas agregaciones junto con <i>Moorea producens</i>	
Bryopsidaceae								
<i>Bryopsis hypnoides</i> J.V.Lamouroux**				X			Saxícola y solitaria.	
<i>Boodleopsis pusilla</i> (F.S.Collins) W.R.Taylor, A.B.Joly & Bernatowicz**		X					Libre y asociada a <i>Moorea producens</i> .	
Polyphysaceae								
<i>Parvocaulis pusillus</i> (M.Howe) S.Berger, U.Fettweiss, S.Gleissberg, L.B.Liddle, U.Richter, H.Sawitzky & G.C.Zuccarello	X	X					Saxícola, formando agregaciones o creciendo solitaria.	G
Ulvophyceae familia incertae sedis								
<i>Blastophysa rhizophus</i> Reinke***			X				Epífita sobre <i>H. spinella</i> .	
OCHROPHYTA								
Dictyotaceae								
<i>Dictyota humifusa</i> Hörnig, Schnetter & Coppejans	X						Epífita y saxícola, con abundantes epífitos.	E
<i>Lobophora</i> sp. J.Agardh		X					Epífita con abundantes epífitos.	
Sphacelariaceae								
<i>Sphacelaria novae-hollandiae</i> Sonder**		X					Saxícola y formando densas agregaciones, pocos epífitos.	P
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützinger			X				Epífito sobre <i>Ceratodyction</i> sp., formando densas agregaciones, pocos epífitos.	P
Scytosiphonaceae								
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	X	X	X				Epífita, solitaria y asociada a <i>Lobophora</i> sp. y <i>D. humifusa</i>	
RHODOPHYTA								
Stylonemataceae								
<i>Chroodactylon cf. ornatum</i> (C.Agardh) Basson**	X	X	X	X	X	X	Epífita y solitaria.	
Erythrotrichiaceae								
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	X				X		Epífita y solitaria.	
Acrochaetiaceae								
<i>Acrochaetium crassipes</i> (Børgesen) Børgesen**			X	X	X		Epífita y solitaria.	E
<i>Acrochaetium densum</i> (K.M.Drew) Papenfuss**	X	X					Epífita y solitaria sobre <i>Gelidium</i> sp.	E

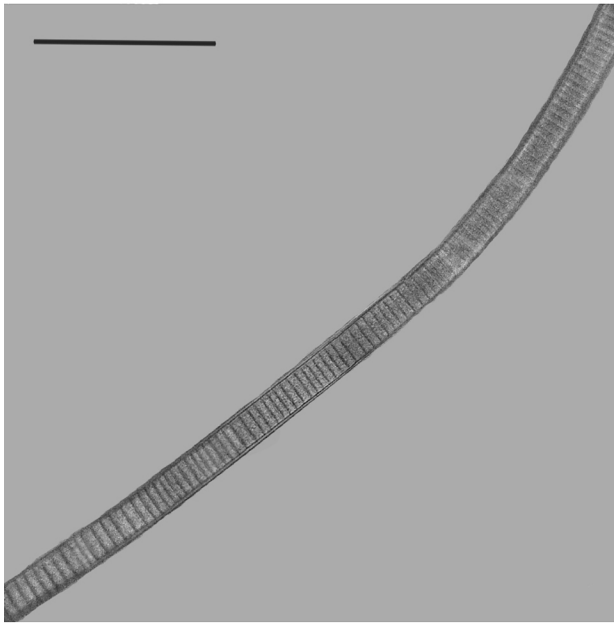
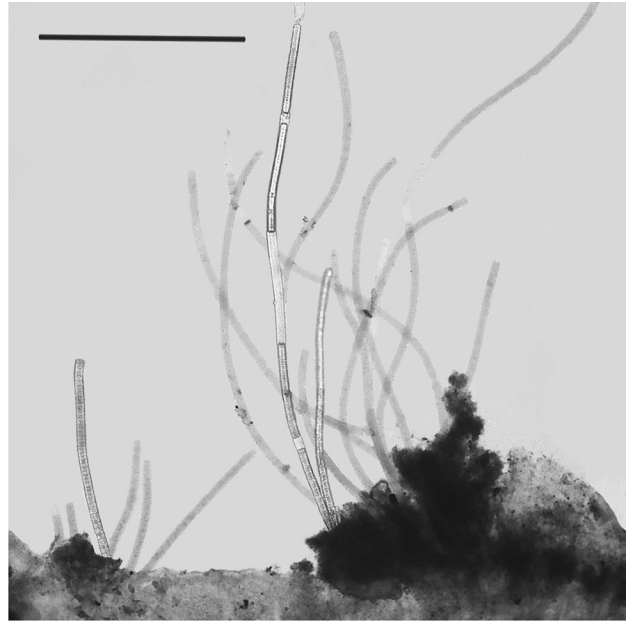
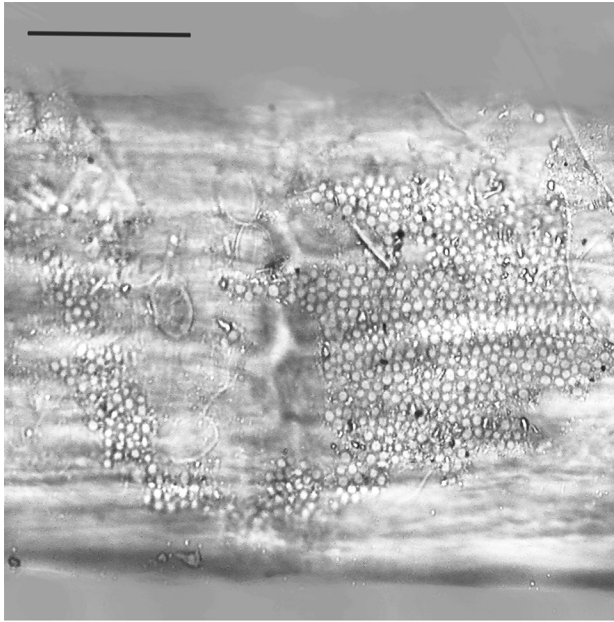
Continúa en la siguiente página.

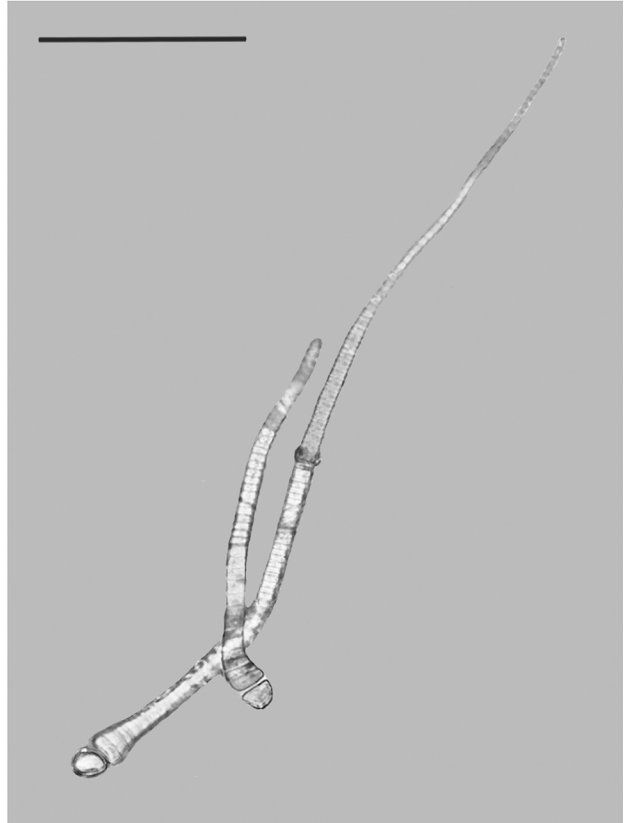
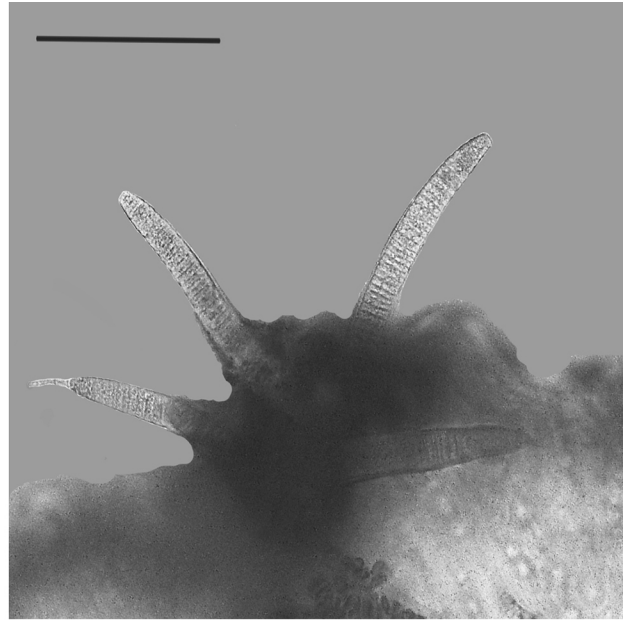
<i>Taxa</i>	A1	A2	A3	L1	L2	L3	Notas	Estadio
Colaconemaceae								
<i>Colaconema hallandicum</i> (Kylin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil & Diaz-Villa***			X				Epífita sobre <i>Ceratodyction</i> sp.	E
<i>Colaconema hypneae</i> (Børgesen) A.A.Santos & C.W.N.Moura***	X		X				Epífita sobre <i>Gelidium</i> sp.	E
Corallinaceae								
<i>Jania</i> sp. J.V.Lamouroux		X	X	X	X	X	Saxícola y epífita.	
<i>Amphiroa</i> sp. J.V.Lamouroux	X		X	X	X	X	Saxícola con abundantes epífitos.	
Bonnemaisoniaceae								
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan. Fase Falkenbergia F. Schmitz				X	X		Saxícola con abundantes epífitas.	T
Callithamniaceae								
<i>Callithamnion marshallense</i> E.Y.Dawson**				X		X	Epífita.	
<i>Ptilocladia</i> sp. Sonder***				X			Epífita y agregada.	
Ceramiaceae								
<i>Centroceras</i> sp. Kützing				X	X		Saxícola.	
<i>Centroceras clavatum</i> (C.Agardh) Montagne				X	X		Saxícola.	
<i>Ceramium affine</i> Setchell & N.L.Gardner**	X				X		Epífita en <i>Amphiroa</i> sp.	
<i>Ceramium clarionense</i> Setchell & N.L.Gardner			X			X	Epífita y agregada.	
<i>Ceramium mazatlanense</i> E.Y.Dawson					X		Epífita y agregada.	
<i>Ceramium procumbens</i> Setchell & N.L.Gardner		X			X	X	Epífita en <i>Amphiroa</i> sp. y <i>G. sclerophyllum</i> .	T
<i>Ceramium serpens</i> Setchell & N.L.Gardner				X			Epífita en <i>Gelidium</i> sp.	
<i>Ceramium sinicola</i> Setchell & Gardner*				X			Epífita en <i>G. pusillum</i> junto con <i>Moorea producens</i> .	T
<i>Ceramium vagans</i> P.C.Silva	X	X					Epífita sobre <i>D. humifusa</i> y <i>G. pusillum</i> .	
<i>Gayliella transversalis</i> (F.S.Collins & Hervey) T.O.Cho & Fredericq**				X			Epífita sobre algas carnosas.	
<i>Gayliella</i> sp. T.O.Cho, L.J.McIvor & S.M.Boo						X	Epífita y asociada a <i>G. transversalis</i>	T
Dasyaceae								
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey in Hooker***				X	X		Saxícola y agregada.	T
<i>Dasya</i> sp. C.Agardh					X		Saxícola.	T
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i> (C.Agardh) M.J.Wynne				X	X		Epífita.	
Rhodomelaceae								
<i>Herposiphonia pacifica</i> Hollenberg***				X	X		Saxícola con abundantes epífitas.	T
<i>Herposiphonia cf. parca</i> Setchell				X	X		Epífita y agregada.	
<i>Herposiphonia subdisticha</i> Okamura						X	Epífita sobre <i>Amphiroa</i> sp.	

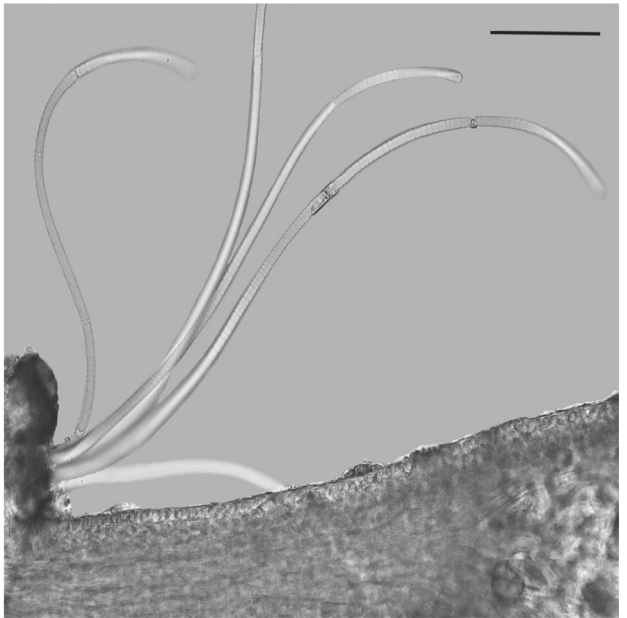
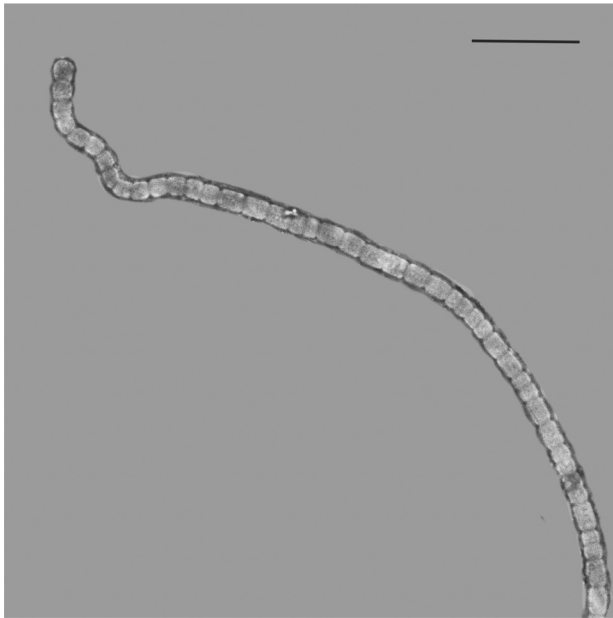
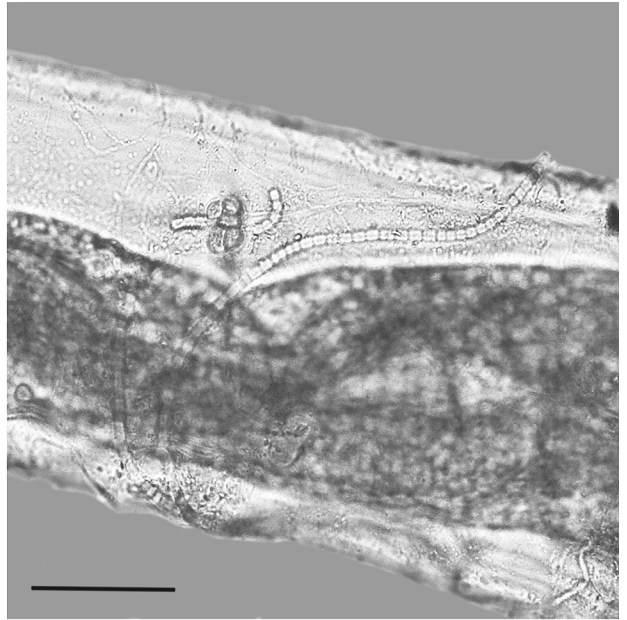
Continúa en la siguiente página.

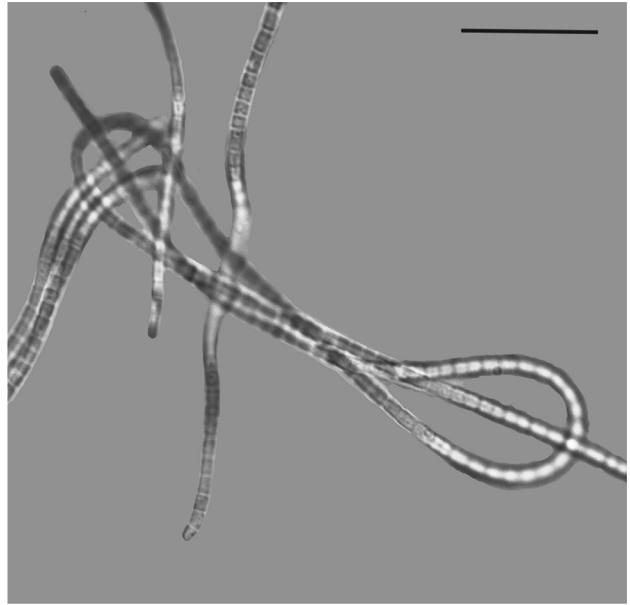
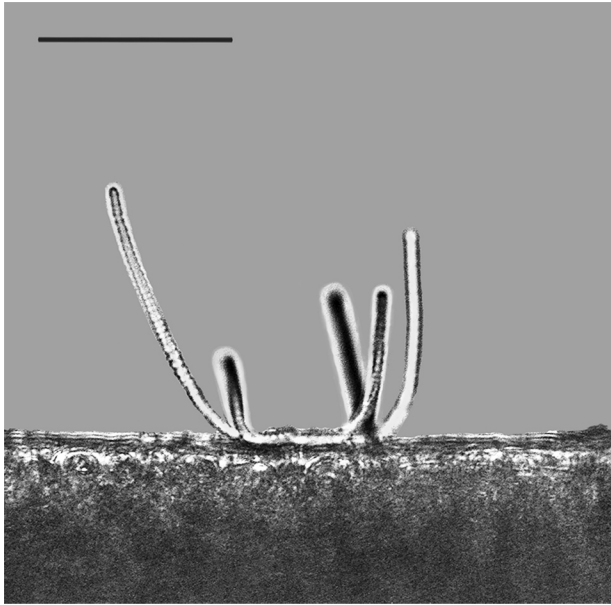
<i>Taxa</i>	A1	A2	A3	L1	L2	L3	Notas	Estadio
<i>Herposiphonia cf. tenella</i> (C.Agardh) Ambrogn				X	X	X	Epífita y agregada.	
<i>Herposiphonia variabilis</i> Hollenberg ***	X	X					Saxícola.	M
<i>Laurencia</i> sp. J.V.Lamouroux				X			Saxícola y solitaria.	
<i>Neosiphonia sertularioides</i> (Grateloup) K.W.Nam & P.J.Kang				X	X		Epífita y agregada.	
<i>Polysiphonia flaccisidissima</i> var. <i>decimera</i> Hollenberg***				X		X	Epífita.	
<i>Polysiphonia scopolorum</i> var. <i>villum</i> (J.Agardh) Hollenberg*				X		X	Epífita.	
<i>Polysiphonia cf. subtilissima</i> Montagne**			X				Epífita, sobre <i>Ceratodictyon cf. intricata</i>	T, F, M
<i>Polysiphonia tongatensis</i> Harvey ex Kützing**	X				X		Epífita sobre <i>D. humifusa</i> .	T
Wrangeliaceae								
<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli				X		X	Saxícola y solitaria.	
<i>Griffithsia pacifica</i> Kylin**					X		Saxícola y solitaria.	
<i>Wrangelia argus</i> (Montagne) Montagne**				X	X		Epífita y agregada.	
Gelidiaceae								
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis				X	X		Saxícola y con abundantes epífitas.	T
<i>Gelidium sclerophyllum</i> W.R.Taylor	X	X	X				Saxícola y agregada.	T
Gelidiellaceae								
<i>Parviphycus cf. adnatus</i> (E.Y.Dawson) B.Santelices	X				X		Saxícola.	
Cystoclonaceae								
<i>Hypnea pannosa</i> J.Agardh	X	X			X	X	Saxícola y con abundantes epífitas.	
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing**	X		X		X	X	Saxícola y con abundantes epífitas.	
Champiaceae								
<i>Champia parvula</i> (C.Agardh) Harvey					X		Saxícola y solitaria.	
Lomentariaceae								
<i>Ceratodictyon cf. intricata</i> (C.Agardh) R.E.Norris		X	X		X		Saxícola y agregada.	
<i>Ceratodictyon cf. tenue</i> (Setchell et N.L.Gardner) J.N. Norris**				X	X	X	Saxícola y agregada.	

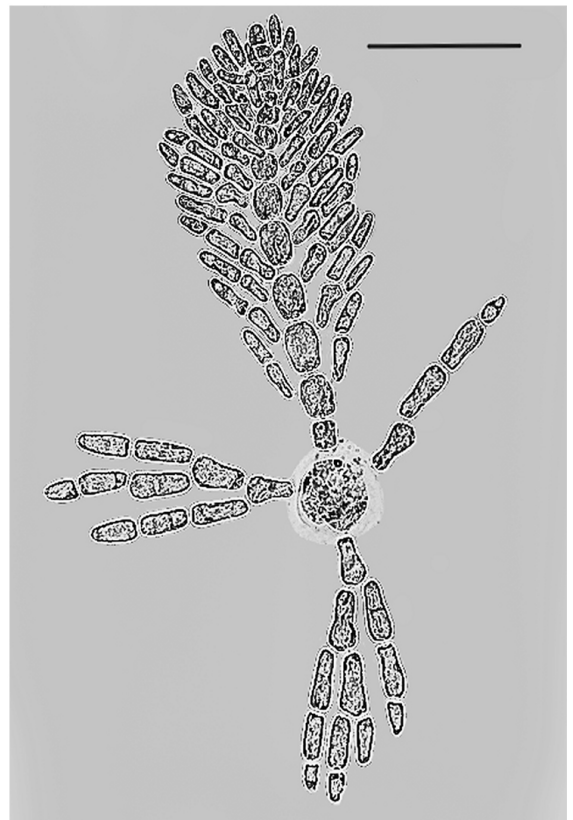
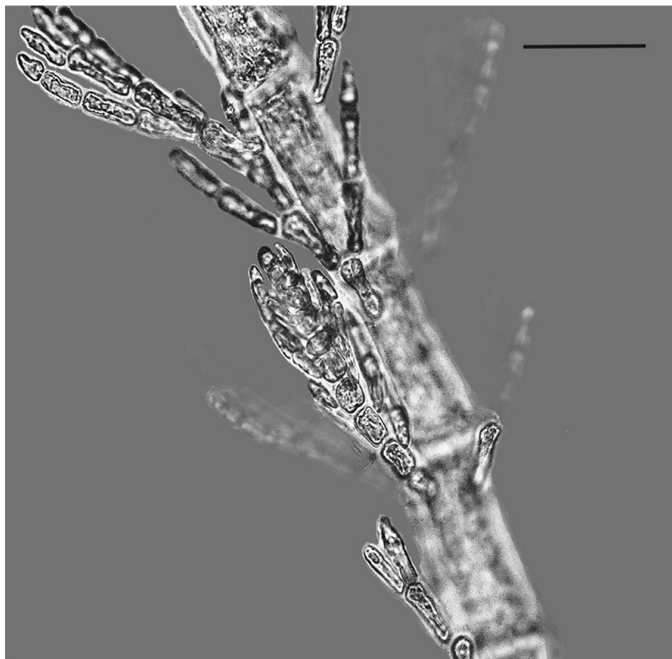
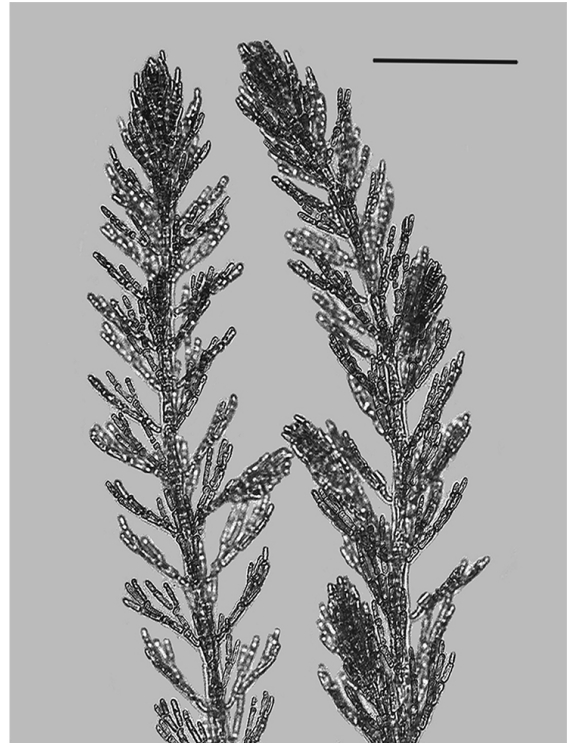
Ultima parte de la tabla.

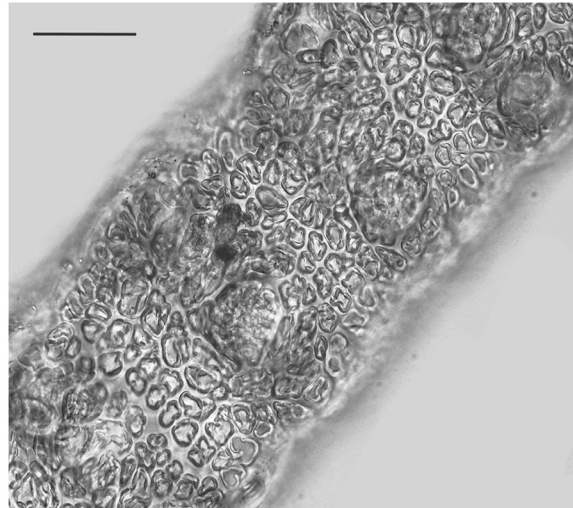
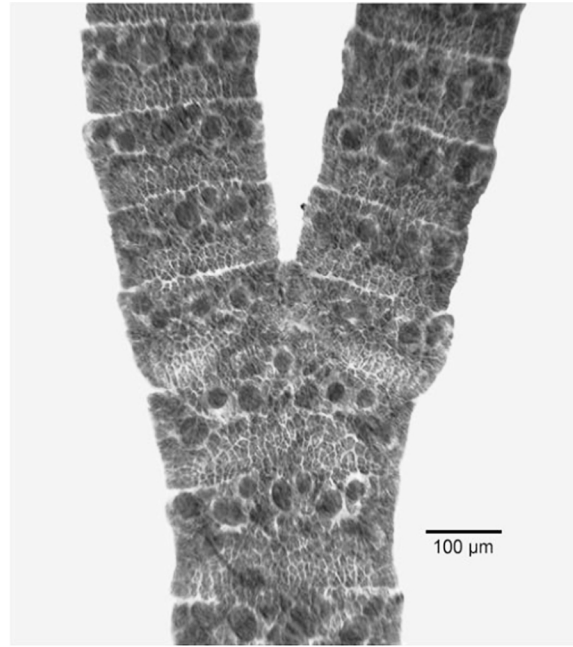












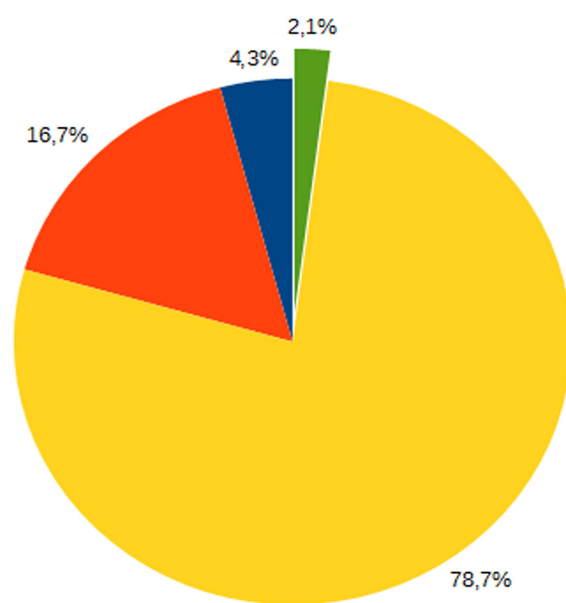
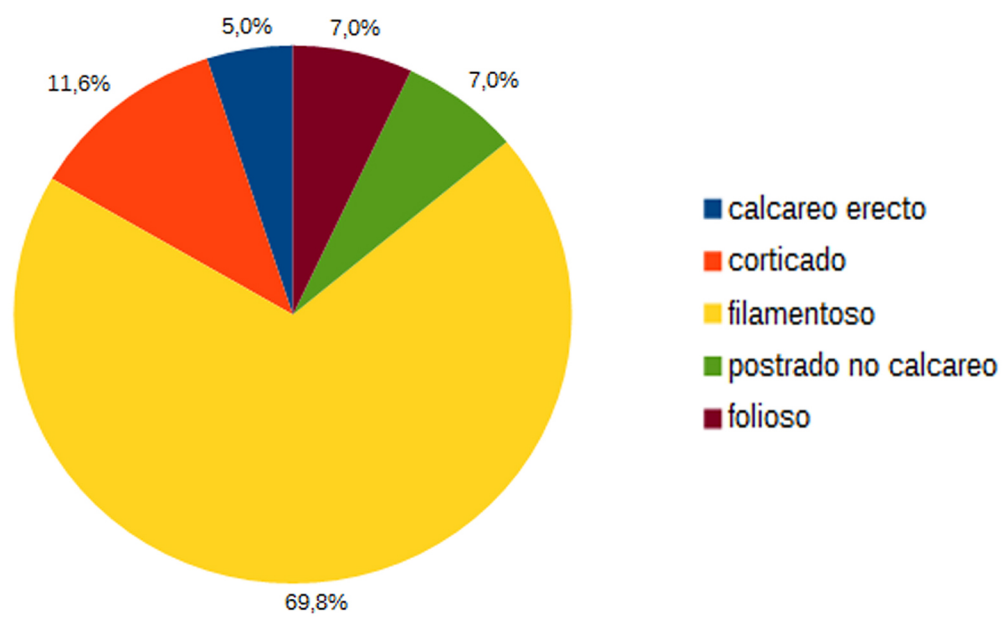


Tabla 2. Indices de Jaccard. A: La Azufrada; L: El Laberinto; n: cantidad de especies.

Territorios	Sitio					
	A			L		
	1 n=28	2 n=19	3 n=21	4 n=28	5 n=32	6 n=20
1	1,00	0,34	0,29	0,10	0,22	0,12
2	-	1,00	0,25	0,12	0,19	0,15
3	-	-	1,00	0,17	0,23	0,17
4	-	-	-	1,00	0,40	0,26
5	-	-	-	-	1,00	0,27
6	-	-	-	-	-	1,00

Tabla 3. Comparación de los caracteres morfológicos de las especies del género *Ptilocladia*.

	<i>P. australis</i>	<i>P. crouanoides</i>	<i>P. divaricata</i>	<i>P. gracilis</i>	<i>P. japonica</i>	<i>P. okiensis</i>	<i>P. vestita</i>	<i>P. yuenii</i>	<i>P. pulchra</i>	<i>Ptilocladia</i> sp.
Distribución	Australia, Nueva Zelanda e Indonesia	Australia y Nueva Zelanda	Japón, Isla Sado	Australia y Nueva Zelanda	Japón	Japón, Islas Oki	Australia y Nueva Zelanda	Australia y Hawaii	Australia y Nueva Zelanda	Colombia, Isla Gorgona
Células glandulares	Presentes en los verticilos cerca a los ápices.	Presentes, hacia los ápices de las ramas.	Presentes en los verticilos. 20 µm diám.	Ausente.	Ausente.	Presente, a lo largo del talo. 11-22 x 17-39 µm.	En los verticilos y a lo largo del talo.	Presentes o no, remplazando las últimas divisiones de los verticilos y a lo largo del talo o hacia el ápice. 13-23 µm diám.	Ausente.	Ausente.
Célula axial	Apical: 10-15 µm diám. L/D 1-1.5; parte media: 150-300 µm long. L/D 3-5. Base: L/D 1.	6-350 µm diám. x 6-700 µm long.	?	Apice: 10-15 µm diám. L/D 0.5-1. Ramas jóvenes 20-30 µm diám. L/D 3-4. Base: 200-300 µm diám. L/D 1-2.	?	40-266 µm long. x 14-142 µm diám.	Apical: 20-25 µm diám. L/D 1-1.5 a Basal: 250-400 µm diám. L/D 2-2.5.	90-150 µm diám. x 300 µm long.	Apical: 12-15 µm diám. L/D 0.5-1. Base: 350-500 µm L/D 1-2. Presenta incrustaciones de cristales.	70 µm diám. x 200 µm long.
Corticación rizoidal	Presente o ausente, en la parte baja del talo.	Presente, en la parte baja del talo.	Ausente.	Ligera excepto en el ápice, saliendo de la pared celular.	Presente excepto en el ápice.	Presente o ausente, hacia la parte baja del talo. Rizoides 15 µm diám.	Presente excepto en el ápice.	Ausente.	Presente excepto en el ápice.	Ausente.
Verticilos	120-270 µm long. Célula basal: 15-25 µm diám y L/D 1-1.5-2 terminando en celulas 7-9 µm L/D 1.5-2. Usualmente con un pelo apical.	División di-tricotoma, usualmente con un pelo apical. 140-250 µm long. Célula basal 20-30 µm diám. x 20-60 µm long. Célula apical 4-7 µm diám. x 2.2 – 17.5 µm long.	División di-tricotoma.	División di-tricotoma. 100-180 µm long. Célula basal 20-25 µm diám. L/D 1.2-1.5. Célula apical 6-10 L/D 2-2.5.	Dicótoma.	Di-tricotoma, 260 µm long. Usualmente con un pelo apical (200 µm long. x 3 µm diám.)	150-500 µm long. Celulas basales 25-35 µm diám. L/D 2-2.5. Celulas apicales cortas y en cadena 7-10 µm diám. L/D 1.5-3.	División di-tricotoma, raramente 4. Rígidos, con la última división digitada con forma de “Y” y ápices acuminados. 110-150 µm long.	División di-tricotoma, 5-7 veces. 350-500 µm long. Celulas basales 50-80 µm L/D 1-1.5 a celulas terminales 10-15 µm diám. L/D 1-1.5. Usualmente presenta un pelo apical.	División dicótoma, 3-4 veces, células apicales con bordes redondeados. 100-130 µm longitud. Célula basal 12 µm diám. x 25 µm long.
Robustez y calcificación del talo	Laxo, ligeramente calcificado.	Robusto, no calcificado, usualmente con pelos apicales.	?	?	Robusto, no calcificado.	Robusto, no calcificado.	Robusto, no calcificado.	Laxo, esponjoso, no calcificado y levemente mucilaginoso.	Robusto, esponjoso y no calcificado. Cristales en las células axiales maduras.	Laxo, no calcificado.
Longitud del talo	3-8 cm.	2-8 cm.	> 10 cm.	3-18 cm.	> 1.5 cm.	> 1 cm.	2-8 (-10) cm.	1.5-2 cm.	5-15 (-30) cm.	< 1.5 cm.
Carposporangio	Remplazando uno de los verticilos. 25-35 µm diám.	En la parte media de los verticilos. 9-12 µm diám.	?	Remplazando una rama del verticilo. 25-45 µm diám.	En las ramas determinadas.	Remplazando un verticilo en la ramas determinadas e indeterminadas.	Remplazando un verticilo hacia el ápice del talo. 20-40 µm diám.	?	En la célula basal de los verticilos. 25-45 µm diám.	?
Espermatangio	En el ápice de los verticilos y a lo largo del talo. 2-3 µm diám. Usualmente 5.	?	?	?	Hacia el ápice del talo, de 1-4.	A lo largo del talo, usualmente 5.	En el ápice de los verticilos. 3-4 µm diám.	Hacia el ápice de los verticilos 1-3 por célula.	En el ápice de los verticilos. 2-3 µm diám. Usualmente 4.	?
Tetraesporangios	Sésil, hacia la base de los verticilos. 30-70 (-107) µm diám.	Sésil, en la parte media de los verticilos. 20-30 µm diám.	80-90 µm diám.	Sésil y hacia la base de los verticilos 80-100 µm diám.	Hacia la base de los verticilos y hacia el ápice de las ramas jóvenes. 42-45 µm diám.	Hacia la base de los verticilos y a lo largo del talo. 43-107 µm diám.	Sésil, hacia la base de los verticilos. 45-65 µm diám.	Sésil, en la célula axial o la célula basal del verticilo. 65 µm diám.	Sésil, en la parte media de los verticilos. 50-75 µm diám.	?
Hábito	Epífita.	Epífita.	?	Probablemente epilítico.	?	Epífita.	Epífita.	Epífita.	Epilítica.	Epífita.
Referencia	Kajimura (1995), Womersley (1998).	Womersley (1998).	Yoshida (1997).	Womersley (1998).	Kajimura (1995).	Kajimura (1995).	Kajimura (1995), Womersley (1998).	Abott	Norris (1993).	Womersley (1998).

Figura 1. De izquierda a derecha: Arriba: *Xenococcus pallidus* sobre *Herposiphonia pacifica*, escala: 50 µm. *Moorea producens* epífita sobre *Ceramium sinicola*, escala: 0.5 mm. Abajo: Filamento de *Moorea producens*, escala 100 µm. *Oscillatoria cf. margaritifera*, escala: 20 µm.

Figura 2. De izquierda a derecha: Arriba: *Oscillatoria cf. nigro-viridis*, escala: 20 µm. *Calothrix cf. confervicola*, escala: 100 µm. Abajo: *Calothrix cf. fuscoviolacea*, escala: 20 µm. *Calothrix cf. marchica*, escala: 50 µm.

Figura 3. De izquierda a derecha: Arriba: *Microchaete* sp. sobre *Herposiphonia* sp., escala: 20 µm. Hábito de *Leibleinia epiphytica* sobre *Anotrichium tenue*, escala: 50 µm. Abajo: *Leibleinia epiphytica*, escala: 20 µm. Hábito de *Leibleinia gracilis* sobre *Gelidium sclerophyllum*, escala: 100 µm.

Figura 4. De izquierda a derecha: Hábito de *Leibleinia cf. willei*, escala: 50 µm. Hábito de *Psudonabaena catenata*, escala: 20 µm.

Figura 5. *Ptilocladia* sp. Arriba: A la izquierda: Talo completo, nótese los filamentos rizoidales que sobresalen en la parte inferior del talo, escala: 0.5 mm. A la derecha: Ápice del talo, escala: 100 µm. Abajo: A la izquierda: Vista lateral de los verticilos con una rama determinadas e indeterminadas, escala 50 µm. A la derecha: Corte transversal de un verticilo en la parte media del talo, mostrando una rama determinada e indeterminadas; las flechas indican partes donde fue dañado el espécimen, escala: 50 µm.

Figura 6. *Ceramium sinicola*, de izquierda a derecha: Arriba: Imagen original de Schnetter & Bula-Meyer (1982), escala 100 µm. Imagen original de Norris (2014), escala 100 µm. Abajo: Hábito, con epífitas abundantes de *Moorea producens*, escala 0.5 mm. Detalle de la superficie del eje erecto en su parte media, escala: 100 µm.

Figura 7. Porcentaje de grupos funcionales de algas encontrados por sitio. Arriba: Arrecife coralino de La Azufrada; Abajo: Arrecife rocoso de El Laberinto.