

## Macroalgas bénticas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano

## Seaweed checklist of Tumaco's bay, Colombian Pacific

Hernel Marín Salgado y Enrique Javier Peña Salamanca

Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad del Valle. A. A. 25360. Ciudad Universitaria Meléndez. Calle 13 # 100-00. Cali. Colombia  
e-mail: hernel.marin@correounivalle.edu.co

Marín Salgado H y E. J. Peña Salamanca. 2016. Macroalgas bénticas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Hidrobiológica* 26 (2): 299-309.

## RESUMEN

**Antecedentes.** La flora de algas marinas bénticas del Pacífico colombiano pertenece a las áreas menos conocidas del Pacífico Tropical Oriental, reportándose en total 133 especies. Esta diversidad algal es relativamente baja, comparada con la registrada en el Caribe Colombiano, que suma 549 especies. **Objetivos.** El presente trabajo evaluó la diversidad de la flora algal de la bahía de Tumaco, Colombia, haciendo la identificación y descripción de los ejemplares colectados en distintos tipos de ambientes, así como la actualización de los registros ficológicos, para tener un inventario más completo de las algas bénticas de esta región. El estudio describe los hábitats costeros de la bahía y las relaciones entre las características ecológicas y de distribución de las especies. **Métodos.** El material algal procedente de los esteros y zonas rocosas de la ensenada de la Bahía Tumaco fue recolectado entre mayo a diciembre de 2009 y marzo a octubre de 2010. En la zona submareal el material fue recolectado mediante buceo autónomo. Adicionalmente, se hizo una revisión de literatura de registros ficológicos en la región. **Resultados.** En total se registraron 26 especies de macroalgas bénticas para la bahía de Tumaco, de las cuales, ocho son Chlorophyta, dos Ochrophyta (clase Phaeophyceae) y 16 Rhodophyta; distribuidas en nueve órdenes, 14 familias y 19 géneros. De cada especie se incluye una descripción con datos morfológicos y morfométricos y tablas que resumen la información del hábitat y distribución geográfica de cada una de ellas. **Conclusiones.** La bahía de Tumaco presenta baja diversidad de macroalgas bénticas (26 especies) en comparación con estudios en otros ambientes costeros del Pacífico oriental tropical, como la isla Gorgona (Colombia) y costas de Costa Rica, Panamá y El Salvador, con 42, 216, 174 y 146 especies, respectivamente. Resultados similares se presentan en las costas de Nicaragua y Guatemala donde también se han reportado pocas especies de macroalgas bénticas, 24 y 16, respectivamente.

**Palabras clave:** Chlorophyta, Estuarios, Pacífico colombiano, Phaeophyceae, Rhodophyta.

## ABSTRACT

**Background.** The benthic phycological flora of the Colombian Pacific is found in one of the less known areas of the eastern tropical Pacific, with a total registry of 133 species. Algal biodiversity on the Pacific Coast is relatively low, compared to the Colombian Caribbean, where previous research has registered about 549 species. **Goals.** This study evaluated the marine macroalgal flora of Tumaco Bay, southern Colombian Pacific, including inventory, species description, and new records in this coastal region. **Methods.** Algal material was collected from rocky shores and estuarine creeks within the bay between May and December 2009, and March to October 2010. Subtidal algal specimens were collected with scuba. Further, the study recorded additional species and new species locations in the region. **Results.** The study registered a total of 26 species, of which eight are Chlorophyta, two are Ochrophyta-Phaeophyceae, and 16 are Rhodophyta. These records were distributed in nine orders, 14 families, and 19 genera. The study described the coastal habitats within the bay and the relationships between ecological features and species distribution. Descriptions of each species included morphological data, habitat, and species distribution. **Conclusions.** Tumaco Bay exhibited low algal diversity (26 species) when compared to studies on Gorgona Island, and along the shores of Costa Rica, Panama, El Salvador, Nicaragua, and Guatemala, with 42, 216, 174, 146, 24, and 16 species, respectively. Similar results have been recorded on the Pacific coasts of Nicaragua and Guatemala, with registries of 24 and 16 algal species, respectively.

**Key words:** Chlorophyta, Colombia eastern tropical Pacific, estuary, Phaeophyceae, Rhodophyta.

## INTRODUCCIÓN

La flora de algas marinas bénticas del Pacífico colombiano pertenece a las áreas menos conocidas del Pacífico Tropical Oriental. En comparación con el litoral Caribe colombiano, la flora de algas del Pacífico es menos rica en especies. Díaz y Díaz (2003) registraron un total de 549 especies para la región Caribe. En contraste, Peña y Palacios (1988) reconocieron en total 133 especies para la zona continental del litoral Pacífico. La baja diversidad de algas está relacionada con factores como la pluviosidad, la salinidad, la turbidez en la columna de agua y las condiciones desfavorables del sustrato (Schnetter & Bula, 1982; Marín & Peña, 2014).

Varios autores aseguran que la baja diversidad de flora marina en el Pacífico está vinculada con: los talos relativamente poco desarrollados, el difícil acceso a las localidades costeras y clima desfavorable, lo que explica que en tiempos pasados se recolectaran pocas algas en la costa del Pacífico de Colombia (Schnetter & Bula, 1982; Peña, 1998). Particularmente se ha estudiado con mayor énfasis las algas asociadas a manglar, y se ha demostrado que representan un valor ecológico significativo, especialmente por su aporte de carbono y materia orgánica en la columna de agua y su contribución a la remoción de nitrógeno, fósforo, metano y metales pesados que afectan la calidad de las aguas costeras (Robledo, 1996; Susarla *et al.*, 2002; Peña *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2006; Peña *et al.*, 2011).

Los bosques de manglar conforman uno de los ecosistemas más importantes del Pacífico colombiano, y dominan en las zonas costeras (Cantera, 1991; Peña, 1998; Cantera y Blanco, 2001; Peña, 1998), además, constituyen uno de los principales sustratos para la fijación de talos de la flora algal, especialmente en las áreas fangosas de la línea costera (Peña, 2008; Marín & Peña, 2014). La comunidad de algas epífitas está dominada principalmente por algas rojas, de los géneros *Bostrychia* (Rhodomelaceae, Ceramiales), *Caloglossa* (Delesseriaceae, Ceramiales) y *Catenella* (Caulacanthaceae, Gigartinales) (Schnetter & Bula 1982; Peña *et al.*, 1987; Peña & Palacios 1988; Peña, 1998; Karsten *et al.*, 2000). Esta asociación de algas conocida como el complejo "*Bostrichetum*", se refiere principalmente a la relación característica global de estos géneros (Cantera, 1991; Peña, 1998; Cantera y Blanco, 2001; Peña, 2008).

La bahía de Tumaco se comporta como un sistema estuarino pues existe un intercambio continuo de aguas oceánicas con aguas continentales provenientes de la cuenca de los ríos Rosario, Mejicano y Curay, entre otros. El régimen mareal semidiurno de la bahía determina las condiciones de calidad del agua y provoca la dilución o concentración de los nutrientes, la variación de otros parámetros fisicoquímicos y la determinación de los procesos propios del ecosistema (Garay-Tinoco *et al.*, 2006). Las condiciones oceanográficas del cuerpo costero están relacionadas con la composición florística de algas en la bahía, por cuanto la presencia de ciertas especies está influenciada por la salinidad y el tipo de sustrato. De igual manera, el resultado de la confluencia entre aportes naturales y antrópicos (estos últimos representados por contribuciones provenientes de poblaciones ribereñas, aguas residuales domésticas e industriales, actividades marítimas y portuarias), pueden influenciar el registro de ciertas especies de algas con importancia bioindicadora (Peña *et al.*, 2005; Celis, 2008).

El presente trabajo evaluó el recurso algal de la bahía de Tumaco, mediante la descripción y actualización de los registros y del inventario de especies en esta región costera de la costa Pacífica colombiana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El área de estudio se encuentra ubicada en el sur de la costa Pacífica de Colombia, en el departamento de Nariño, en la bahía de Tumaco y algunos esteros que actúan como brazos del río Mira (Fig. 1). La bahía de Tumaco se encuentra entre las latitudes 1°45' y 2°00' N y las longitudes 78°30' y 78°45' O; comprende un área de aproximadamente 350 km<sup>2</sup> con profundidades que varían entre 0 y 50 m (Garay-Tinoco *et al.*, 2006), y está conformada por una red hidrográfica de importantes tributarios de la cuenca del Pacífico, además de una extensa zona de esteros, de los cuales los más reconocidos son: Guandaraja, Chontal, Natal, Aguacalara, Pajal, Palmichal, Curay y Llanaje.

La zona de muestreo está influenciada por el aporte de agua del río Mira, principal colector de los tributarios de la región, que aporta gran cantidad de sedimentos en la zona costera aledaña (234.000 t. año<sup>-1</sup>), con una menor penetración de la luz en la columna de agua, especialmente en la época lluviosa a causa del lavado de suelos (Garay-Tinoco *et al.*, 2006).

Las zonas de muestreo se dividen en dos grupos: el primero está conformado por zonas estuarinas caracterizadas por su alta productividad biológica y representadas en bosques de manglar dominados por *Rhizophora mangle* Linnaeo, *Avicennia germinans* Linnaeo y *Laguncularia racemosa* Karl Friedrich von Gärtner, con pocos sustratos duros y dominancia de planos lodosos; el segundo grupo corresponde a la ensenada, dominada principalmente por zonas rocosas y fondos arenosos.

**Listado taxonómico.** Para el desarrollo del listado se revisaron publicaciones, reportes bibliográficos y recolectas recientes, en los que se incluyen registros de algas del Pacífico colombiano, así como datos ecológicos y hábitat de las diferentes especies. El material se recolectó en los esteros referenciados y en la bahía entre mayo y diciembre de 2009 y entre marzo y octubre de 2010, (Fig. 1). Las macroalgas se recolectaron a nivel submareal, por medio de buceo autónomo y a nivel intermareal, y fueron removidas del sustrato manualmente y puestas en bolsas de plástico. La ubicación específica de la muestra dentro del hábitat fue tomada en el momento del muestreo. El material recolectado fue preservado en una solución de formalina al 4% en agua de mar, y se realizaron réplicas secas, las cuales fueron depositadas en el herbario CUVC de la Universidad del Valle, en Cali, Colombia. La identificación del material se llevó a cabo con base en la literatura existente para el Pacífico y el Atlántico Tropical (Schnetter & Bula, 1982; Díaz & Díaz, 2003; Wysor, 2004; Fernández, 2008; Fernández & Alvarado, 2008; Guiry & Guiry, 2014). Para comparar la flora marina de la zona de estudio con otras áreas, se revisaron los trabajos de Kamiya *et al.* (1997), West *et al.* (2001), Zuccarello *et al.* (2006), Zuccarello y West (2002, 2003, 2006) y Zuccarello *et al.* (2011). Se presenta la descripción de las especies registradas en la ensenada y la zona estuarina, con datos ecológicos, hábito, distribución geográfica y datos morfológicos en algunas especies. A su vez, la información taxonómica, y los datos de la distribución en el Pacífico colombiano y otras regiones del mundo se obtuvieron de la base de datos AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2014).

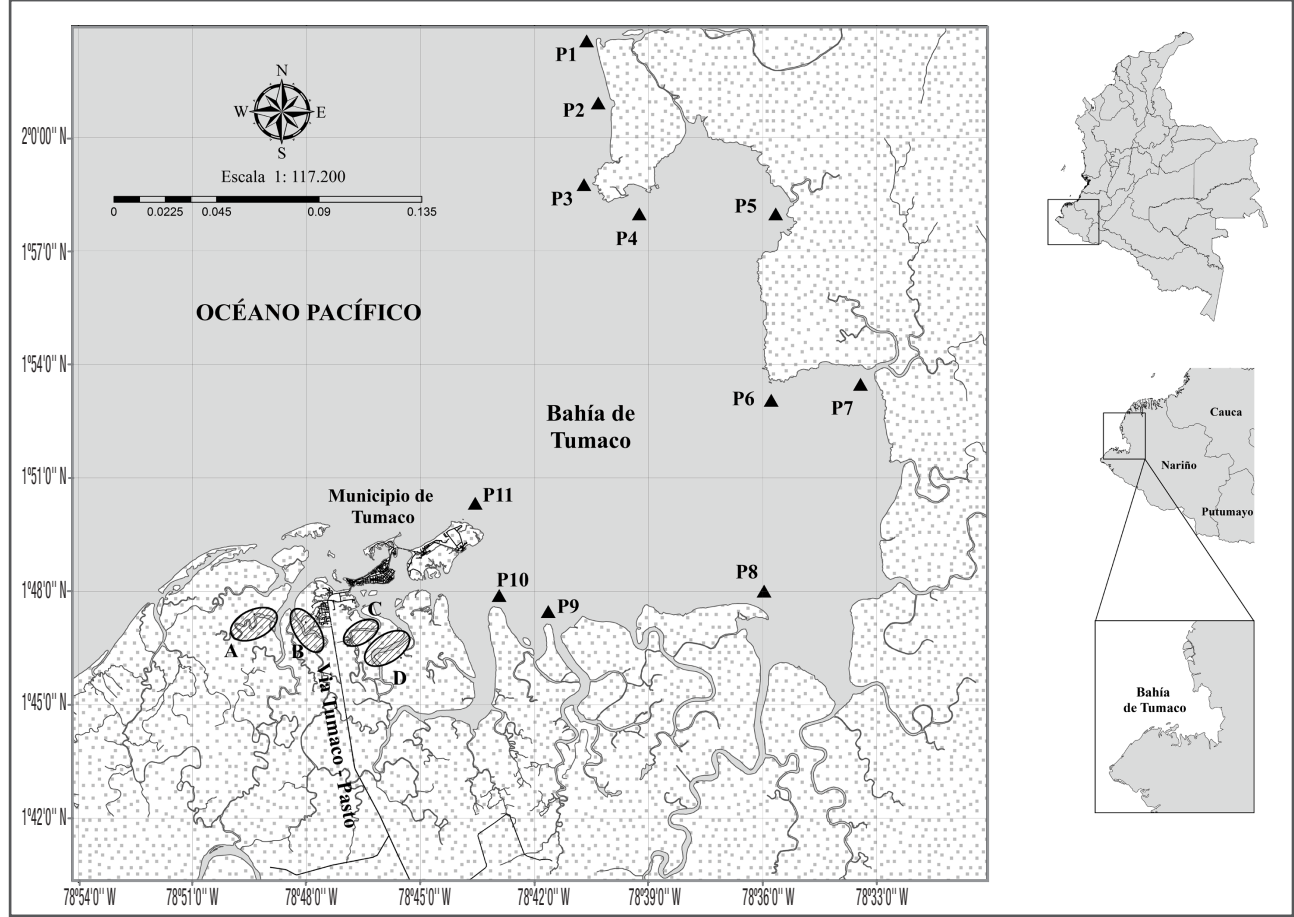


Figura 1. Bahía de Tumaco, Nariño, Colombia, indicando los puntos de muestreo en la bahía. P1- P2 = Salahonda. P3 = Pta. Cascajal. P4 = Pta. Isla del Gallo. P5 = Llanaje. P6 = Pta. Laura. P7 = Bocas de Curay. P8 = Trujillo. P9 = Resurrección. P10 = Playa El Bajo. P11= Isla del Morro y zona estuarina (A: Estero Chontal, B: Estero Palmichal, C: Estero Pajal, D: Estero Natal).

RESULTADOS

En total se registraron 26 especies de algas, de las cuales ocho pertenecen al filo Chlorophyta; dos a Ochrophyta, clase Phaeophyceae y 16 a Rhodophyta, distribuidas en nueve órdenes, 14 familias y 18 géneros (Tabla 1). Los números de inclusión en el herbario CUVC de la Universidad del Valle se presentan en la Tabla 2. De la flora algal asociada al manglar, las especies del género *Bostrychia* son las más abundantes a lo largo de la línea costera.

CHLOROPHYTA  
BRIOPSIDALES  
CAULERPACEAE  
***Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmelin) M. Howe**  
Localidad tipo: "in coralliis americanis"

Descripción: frondas rastreras, adheridas por medio de rizoides. Eje principal rastrero, entre 5-19 cm de longitud y 1.5-2 mm de diámetro. Ramificaciones de 8-15 cm de longitud y 1.0 mm de diámetro; con la porción proximal de los ejes libre de p nnulas; ápices agudos. P nnulas opuestas, bilaterales, de 5-10 mm de longitud y 0.5 mm de diámetro.

Hábitat: creciendo sobre sustrato arenoso, en la zona intermareal, desde 2 m por debajo de línea de pleamar hasta 4 m de profundidad.

BRIOPSIDALES  
UDOTEACEAE  
***Boodleopsis verticillata* E.Y. Dawson**

Localidad tipo: Interior de bahía San Telmo en Isla del Rey, Panamá.  
Descripción: talos con estructura sifonal, formando cojines esponjosos, fijos al sustrato por medio de rizoides. Ramas erectas ramificadas de entre 100-50  m de diámetro, que nacen generalmente en verticilos de 3 a 5 en las partes terminales de los segmentos.

Hábitat: sobre sustratos fangosos, en áreas de pleamar

CLADOPHORALES  
BOODLEACEAE  
***Cladophora herpestica* (Montagne) Kützing**

Localidad tipo: bahía de islas Bay, Nueva Zelanda.

Tabla 1. Lista comparativa del número de especies de a nivel genérico, de las algas bentónicas marinas del Pacífico colombiano y de la Bahía de Tumaco. El arreglo orden taxonómico se basa principalmente en Guiry y Guiry (2014).

DIVISIÓN			DIVISIÓN		
CLASE	Pacífico colombiano	Bahía de	CLASE	Pacífico colombiano	Bahía de
ORDEN	(Schnetter &	Tumaco	ORDEN	(Schnetter &	Tumaco
Familia	Bula-Meyer, 1982)	(este estudio)	Familia	Bula-Meyer, 1982)	(este estudio)
Género			Género		
CHLOROPHYTA			CERAMIALES	42	11
ULVOPHYCEAE	27	7	Callithamnaceae	3	1
BRIOPSIDALES	6	2	<i>Callithamnion</i>	3	1
Caulerpaceae	5	1	Ceramiceae	42	2
<i>Caulerpa</i>	5	1	<i>Ceramium</i>	7	2
Udoteaceae	1	1	Delesseriaceae	5	2
<i>Boodleopsis</i>	5	1	<i>Caloglossa</i>	4	2
CLADOPHORALES	5	4	Rhodomelaceae	17	6
Boodleaceae	1	2	<i>Bostrychia</i>	5	3
<i>Cladophora</i>	3	1	<i>Murrayella</i>	1	1
<i>Cladophoropsis</i>	2	1	<i>Polysiphonia</i>	4	2
Cladophoraceae	5	2	GELIDIALES	5	2
<i>Chaetomorpha</i>	1	1	Gelidiaceae	4	2
<i>Rhizoclonium</i>	1	1	<i>Gelidium</i>	4	2
ULOTRICHALES	0	1	GIGARTINALES	8	2
Gayraliaceae	0	1	Caulacanthaceae	2	2
<i>Gayralia</i>	0	1	<i>Catenella</i>	2	2
ULVALES	3	1	GRACILARIALES	3	1
Ulvaceae	3	1	Gracilariceae	3	1
<i>Ulva</i>	0	1	<i>Gracilaria</i>	2	1
OCHROPHYTA-PHAEOPHYCEAE	20	2	TOTAL DIVISIONES	3	3
DICTYOTALES	8	2	TOTAL CLASES	3	3
Dictyoyaceae	8	2	TOTAL ORDENES	7	7
<i>Dictyota</i>	2	1	TOTAL FAMILIAS	13	14
<i>Padina</i>	3	1	TOTAL GÉNEROS	17	19
RHODOPHYTA	79	16	TOTAL TAXA	59	26
FLORIDEOPHYCEAE	76	16			

Descripción: talos erectos de hasta 2 cm de alto. Filamentos cilíndricos de 130-160 µm de diámetro, ápices redondeados. Rizoides en la base, con mayor presencia en zona proximal del talo.

Hábitat: sobre sustrato rocoso.

***Cladophoropsis membranacea* (Hofman Bang ex C. Agardh) Børgesen**

Localidad tipo: Santa Cruz, Islas Vírgenes.

Descripción: talo filamentosos con ramificación lateral, formando cojinetes de gran extensión. Filamentos de 170-270 µm de diámetro.

Hábitat: crecimiento epífita, sobre hojas de mangle de arribazón.

CLADOPHORALES

CLADOPHORACEAE

***Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützting**

Localidad tipo: Isla Reunión (océano Índico).

Descripción: talos gregarios, formando grupos de filamentos rígidos, uniseriados, de 2-10 cm de altura, de crecimiento difuso, adheridos por medio de rizoides ramificados. Células basales aproximadamente 10 veces más largas que anchas, de hasta 9 mm de longitud y más de 500 µm de diámetro en la parte distal; paredes celulares gruesas y estratificadas, con constricciones en las áreas basales del talo.

Hábitat: epífita sobre *Bostrychia*.

***Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey**

Localidad tipo: Norderney, islas Frisias orientales, Alemania.

Descripción: talo filamentosos, formando mechones de 7-15 cm de longitud. Filamentos simples, cilíndricos o con ligeras constricciones, de 20-55 µm de diámetro. La presencia de pequeñas ramas rizoidales simples es poco frecuente, y cuando las presentan, éstas están constituidas por más de una célula.

Tabla 2. Listado de algas bénticas marinas por División algal y orden alfabético, de la Ensenada de Tumaco, incluyendo distribución mundial y local.

TAXÓN	Distribución Pacífico Tropical Oriental	Distribución Pacífico colombiano	Distribución en la Bahía de Tumaco	Colección de Número Herbario CUVC	Referencias
<b>CHLOROPHYTA</b>					
<i>Boodleopsis verticillata</i>	(USA), (Sal), (CR), (Pan)	(Nar)	(IGa), (ENa), (EPa), (Pal), (VRe)	46407, 46436, 46440	1, 6, 10, 11, 13, 12
<i>Caulerpa sertularioides</i>	(USA), (Mex), (Nic), (CR), (Pan), (Col)	(VC)	(ENa), (Mor), (EPa)	46409, 46410, 46414	1, 5, 6, 9, 11, 12.
<i>Chaetomorpha antennina</i>	(Mex), (Gua), (Sal), (Nic), (CR), (Pan), (Ecu)	(Nar)	(IGa)	46441	1, 11, 12
<i>Cladophora herpestica</i>	(Mex), (Pan)	(VC)	(IGa)	46443	1, 11, 12
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	(Mex), (Sal), (Pan), (Ecu)	(Cho), (Nar), (VC)	(IGa), (ENa)	46442	1, 5, 10, 11, 12
<i>Ulva flexuosa</i>	(Can), (Gua), (Sal), (CR), (Pan), (Chl)	(Nar), (VC)	(IGa), (Mor)	46444	1, 11, 12
<i>Gayralia oxisperma</i>	(Can)	(Nar), (VC)	(VRe)	46411, 46412, 46417	1, 12.
<i>Rhizoclonium riparium</i>	(USA), (Mex), (Gua), (Sal)	(Cho), (Nar), (VC)	(Ech), (IGa), (Mor), (ENa), (EPa), (Pal)	46420, 46426, 46433	1, 6, 10, 11, 12, 13
<b>OCHROPHYTA-PHAEOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyota divaricata</i> (=D. implexa)	(Mex), (Col), (Ecu)	(VC)	(IGa)	46445	1, 12
<i>Padina crispata</i>	(Mex), (Sal), (CR), (Pan)	(Cho)	(IGa)	46446	1, 11, 12
<b>RHODOPHYTA</b>					
<i>Bostrychia calliptera</i>	(Mex), (Sal), (Pan), (CR), (Col), (Ecu)	(Cho), (Nar), (VC)	(IGa), (Ech), (Mor), (ENa), (EPa), (Pal)	46405, 46413, 46427	1, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12
<i>Bostrychia radicans</i>	(CR), (Pan), (Col), (Per), (Chl)	(Cho), (VC)	(IGa), (ENa)	46439, 46449	1, 11, 12
<i>Bostrychia tenella</i>	(USA), (Sal), (CR), (Pan)	(Cho)	(IGa)	46450	1, 2, 5, 6, 9, 10, 11, 12
<i>Callithamnion rupicola</i>	(USA)	(VC)	(IGa)	46451	1, 12
<i>Caloglossa lepieurii</i>	(USA), (Mex), (Gua), (CR), (Pan), (Col), (Ecu), (Per)	(Nar), (VC)	(IGa), (Ech), (ENa), (Pal)	46421, 46429, 46434	1, 3, 7, 8, 11, 12
<i>Caloglossa ogasawaraensis</i>	(Gua)	VC	(ENa), (Pal)	46422, 46430	1, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12
<i>Catenella caespitosa</i>	(Gua), (Sal), (CR), (Pan), (Col)	(Cho), (Nar)	(Ech), (IGa), (ENa), (Pal), (EPa)	46419, 46425, 46435	1, 5, 7, 8, 10, 11, 12
<i>Catenella impúdica</i>	(Gua), (Sal), (CR), (Col)	(VC)	(Ech), (ENa), (Pal), (EPa)	46406, 46418, 46424	1, 10, 11, 12
<i>Ceramium procumbens</i>	(Mex), (Sal), (CR)	(Cho), (VC)	(IGa)	46452	1, 11, 12
<i>Ceramium sinicola</i>	(USA)	(Nar), (VC)	(IGa)	46453	1, 12
<i>Gelidium isabelae</i>	(Col)	(Cho)	(IGa), (ENa)	46423	1, 12
<i>Gelidium pusillum</i> var. <i>Pulvinatum</i>	(Sal), (CR), (Pan), (Col), (Chl)	(Cho), (Nar), (VC)	(IGa), (Mor)	46454	1, 6, 7, 12
<i>Gracilaria sjoestedtii</i> (=Gracilariopsis andersonii)	(Mex), (Sal), (CR)	(Nar), (MP)	(Mor)	46455	1
<i>Murrayella pericladus</i>	(Pan)	(Nar)	(Mor)	46456	1, 12
<i>Polysiphonia howei</i>	(USA), (CR), (Pan), (Col)	(Cho), (VC), (Nar)	(IGa)	46457	1, 11, 12
<i>Polysiphonia scopulorum</i> var. <i>villum</i>	(USA), (CR)	(Nar)	(Mor)	46458	1, 11, 12

Los números frente a cada sector geográfico corresponden a las siguientes referencias: 1=Schnetter y Bula-Meyer (1982). 2=Kamiya *et al.* (1997). 3=West *et al.* (2001). 4=Zuccarelo y West (2002); 5=Díaz y Díaz (2003); 6=Wysor (2004); 7=Serviere *et al.* (2007); 8=Tejada-Rivas (2002); 9=Fernández y Alvarado (2008); 10=Peña (2008); 11=Fernández *et al.* (2011); 12=Guiry y Guiry (2014).

Distribución Pacífico Tropical Oriental: (Can)=Canadá. (USA)=Estados Unidos. (Mex)=México. (Gua)=Guatemala. (Sal)=El Salvador. (Nic)=Nicaragua. (CR)=Costa Rica. (Pan)=Panamá. (Col)=Colombia. (Ecu)=Ecuador. (Per)=Perú. (Chl)=Chile.

Distribución Pacífico colombiano: (Cho)=Choco. (MP)=Mal Pelo. (Nar)=Nariño. (VC)=Valle del Cauca.

Distribución Bahía de Tumaco: (IGa)=Isla del Gallo. (Ech)=Estero Chontal. (ENa)=Estero Natal. (Mor)=El Morro. (EPa)=Estero Pajal. (Pal)=Estero Palmichal. (VRe)=Vda. Resurrección.



Hábitat: epífita del complejo *Bostrychetum*, ubicada en las raíces de mangle rojo (*R. mangle*), desde el suelo hasta aproximadamente 1.20 m de altura.

ULOTRICHALES  
GAYRALIACEAE

***Gayralia oxysperma* f. *wittrockii* (Bornet) P.C.Silva**

Localidad tipo: Cherbourg, Manche, Francia.

Descripción: talo sacciforme en la base, después foliáceo; lámina monostromática de hasta 2.5 cm de largo y 1 mm de ancho. Células en vista superficial agrupadas de forma irregular, de 1.3-1.7 y de 2-4 µm de diámetro. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Hábitat: sobre sustratos lodosos y neumatóforos de *Avicennia germinans*.

ULVALES  
ULVACEAE

***Ulva flexuosa* Wulfen**

Localidad tipo: Duino, Trieste, mar Adriático.

Descripción: talo con ramificaciones basales de hasta 5 cm de longitud, eje y ramas más anchas en la zona apical, entre 1-3 mm de ancho. Organización celular en hileras longitudinales en la zona basal y media del talo y de forma irregular en la zona apical.

Hábitat: Sobre sustrato areno-fangoso.

OCHROPHYTA - PHAEOPHYCEAE  
DICTYOTALES  
DICTYOTACEAE

***Dictyota implexa* (Desfontaines) J.V. Lamouroux**

Localidad tipo: mar Mediterráneo.

Descripción: talo de entre 5-7 cm de alto, ejes hasta 3 mm de ancho, regiones apicales con división dicotómica; bifurcación entre 90 y 120°.

Hábitat: creciendo en zonas rocosas.

***Padina crispata* Thivy**

Localidad tipo: golfo Dulce, Costa Rica.

Descripción: talo postrado, aproximadamente de 10 cm de alto, con múltiples ramificaciones y estipites cubiertos por rizoides. Lámina de 2-4 cm de ancho, haz calcificado. Tetrasporangios de 80-100 µm de diámetro, formando soros en ambas caras del talo, algunos dispersos en la zona apical de la lámina.

Hábitat: creciendo en sitios expuestos al oleaje directo.

RHODOPHYTA  
CERAMIALES  
CALLITHAMNIACEAE

***Callithamnion rupicola* C.L. Anderson**

Localidad tipo: bahía de Monterrey, EE.UU.

Descripción: talos pulviniformes de aproximadamente 2 cm de alto. Ramificaciones alternas o unilaterales, pinnadas o bipinnadas. Tetrasporangios sésiles, sobre la cara superior de las pinnulas. Espermatangióforos en soros longitudinales, adaxiales, sobre pinnulas de segundo orden.

Hábitat: creciendo sobre sustrato rocoso.

CERAMIALES  
CERAMIACEAE

***Ceramium procumbens* Setchell et N. L. Gardner**

Localidad tipo: Isla Partida, Baja California, México.

Descripción: talo de 1 cm, incompletamente corticado, eje principal rastrero, epífito, adherido por medio de rizoides, de aproximadamente 1-3 mm de longitud. Ramificación lateral, ápices rectos y agudos, ramas laterales erectas, simples. Tetrasporangios verticilados, irregularmente cruciados, de 40 µm de ancho por 50 µm de alto, inmersos en estiquídios. Espermatangios en partes abultadas de las ramas erectas.

Hábitat: epífita, sobre hojas de manglar de arribazón.

***Ceramium sinicola* Setchell et N. L. Gardner**

Localidad tipo: Bahía de Ensenada, Baja California, México.

Descripción: talo de 1-3 cm de alto, con ejes rastreros y erectos; rizoides numerosos, simples y ramificados. Ramificación desde alterna hasta dicótoma, bifurcaciones obtusas. Ápices rectos o acuminados. Tetrasporangios inmersos, dispuestos en verticilos o de manera irregular, de 50 µm de diámetro y 75 µm de largo aproximadamente.

Hábitat: epífita sobre hojas de mangle de arribazón.

CERAMIALES  
DELESSERIAEAE

***Caloglossa lepreurii* (Montagne) G. Martens**

Localidad tipo: Sinnamary, NO de Cayena, Guayana Francesa

Descripción: talo rastrero, de hasta 5 mm de diámetro, bifurcado y atenuado en los nudos y en otras partes, pero también alado en las ramificaciones. Rizoides en nudos ventrales, adheridos a raíces de *R. mangle*, asociado a *Catenella impudica*, *C. caespitosa* y *Bostrychia* sp.

Hábitat: creciendo en raíces de *R. mangle*, asociado a *Catenella impudica*, *C. caespitosa* y *Bostrychia* sp.

***Caloglossa ogasawaraensis* Okamura**

Localidad tipo: islas Ogasawara (Islas Bonin), Japón.

Descripción: talo rastrero de entre 1-2 mm de diámetro, con ejes principales conspicuos; ramas laterales en los nudos, a ambos lados; rizoides en el costado ventral y ramas adventicias dispersas. Segmentos lineales, lanceolados, de 250-600 µm aproximadamente y entre 2-5 cm de largo.

Hábitat: adherida a raíces de *R. mangle*. Crecimiento asociados a *Catenella impudica*, *C. caespitosa* y *Bostrychia* sp.

## GELIDIALES

## GELIDIACEAE

***Gelidium isabelae* W.R Taylor**

Localidad tipo: Punta Albemarle (Isla Isabela), Isla Galápagos, Ecuador.

Descripción: talos de 0.2-1 cm de alto, formando ejes rastreros, cilíndricos o comprimidos, con hápteros. Ramas erectas pediceladas, liguladas o lanceoladas, con ápices obtusos; simples, algunas veces pinnadas.

Hábitat: sobre sustrato rocoso.

***Gelidium pusillum* var. *pulvinatum* (C. Agardh) J. Feldmann**

Localidad tipo: Cádiz, España.

Descripción: Talos de 0.5-2 (-10) cm de altura, pulviniformes o cespitosos, formados por ejes cilíndricos, rastreros, fijos al sustrato por medio de hápteros. Ramas erectas, cilíndricas entre 0.3 y 1 mm de diámetro, hasta complanadas; Hábitat: creciendo sobre rocas en zona intermareal, o en el sublitoral superior, entre 0.5 y 1 m por debajo de la línea de pleamar.

## GELIDIALES

## RHODOMELACEAE

***Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne**

Localidad tipo: Cayena, Guayana Francesa.

Descripción: talo muy ramificado, formando cojinetes de 5-7 cm de longitud, diámetro del talo principal entre 690-700 µm, 698 µm en promedio. Ejes principales, ramificados de forma dicotómica o policótoma, presentando hápteros en la cara inferior de las ramificaciones en los ejes rastreros. Ramitas simples, de crecimiento limitado, de inserción dística, corticadas en las partes basales y medias, polisifónicas hasta los ápices. Células pericentrales entre 200-315 µm de diámetro. Cistocarpus de 800-834 µm y estiquidios entre 900- 988 µm de longitud y 980 µm de promedio.

Hábitat: en raíces de mangle rojo (*R. mangle*) y mangle negro (*Avicennia* sp.) asociada a *Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh, *C. caespitosa* (Wetherin) L. M. Irvine y *Caloglossa* spp.

***Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne**

Localidad tipo: Cayena, Guyana Francesa.

Descripción: talo sin corteza, pulviniforme, de hasta 1.5 cm de alto; ejes rastreros de 150-200 µm de diámetro, fijos al sustrato por medio de hápteros; ramas erectas de 45-125 µm de diámetro, ramificación dística y ápices incurvados.

Hábitat: en raíces de mangle rojo (*R. mangle*) y mangle negro (*Avicennia* sp.) asociada a *Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh, *C. caespitosa* (Wetherin) L. M. Irvine y *Caloglossa* spp.

***Bostrychia tenella* (J.V. Lamouroux) J. Agardh**

Localidad tipo: Santa Cruz, Islas Vírgenes.

Descripción: talo formando cojinetes de 2-5 cm de alto. Ejes rastreros de alrededor de 280 µm de diámetro, fijos al sustrato por medio de hápteros parecidos a procesos, que nacen en la cara inferior de las ramificaciones y ápices incurvados. Células corticales en vista superficial, más o menos isodiamétricas, de 20 µm de ancho. Ramitas laterales insertadas disticamente, pinnadas, frecuentemente incurvadas y parcialmente corticadas; las pínulas de último orden monosifónicas.

Hábitat: en raíces de mangle rojo (*R. mangle*) y mangle negro (*Avicennia* sp.) asociada a *Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh, *C. caespitosa* (Wetherin) L. M. Irvine y *Caloglossa* spp.

***Murrayella pericladus* (C. Agardh) F. Schmitz**

Localidad tipo: Santa Cruz, Virgin Islands.

Descripción: talos rastreros fijos por medio de rizoides. Ejes erectos de hasta 4.5 cm de alto, ramificaciones dicotómicas en la zona proximal y alternas en la apical. Ejes con ramitas helicoidales, pigmentadas y monosifónicas, simples o con ramificación alterna. Estiquidios de tetrasporangios con pedicelo polisifónico y cuatro esporangios por segmento. Cistocarpus esféricos, de aproximadamente 350 µm de diámetro, en posición terminal sobre ramas laterales.

Hábitat: epífita de raíces de mangle.

***Polysiphonia howei* Hollenberg**

Localidad tipo: Cayo Whale, Isla Berry, Bahamas.

Descripción: ejes rastreros, adheridos por medio de rizoides. Ramas erectas, generalmente ramificadas, de aproximadamente 1.5 cm de alto. Talos juveniles curvados. Segmentos de 100- 170 µm de diámetro, más cortos que anchos. Tetrasporangios de 45-55 µm de diámetro, unidos en hileras helicoidales en zonas distales de ramas erectas. Cistocarpus ovoides, aproximadamente de 175-200 µm de ancho. Espermatangióforos de 120-170 µm de largo y 35-59 µm de diámetro.

Hábitat: epífita, sobre hojas de mangle de arribazón.

***Polysiphonia scopulorum* var. *villum* (J. Agardh) Hollenberg**

Localidad tipo: "ad littus Americae tropicae" (México).

Descripción: ejes rastreros, fijos al sustrato mediante rizoides unicelulares con hápteros lobados. Ejes erectos de 5-8 mm de alto, ramificaciones no continuas. Tetrasporangios de aproximadamente 50-60 µm de diámetro, dispuestos en hileras erectas. Cistocarpus ovoides, de 150-180 µm de ancho. Espermatangióforos cilíndricos.

Hábitat: creciendo en la zona intermareal rocosa.

## GIGARTINALES

## CAULACANTHACEAE

***Catenella caespitosa* (Wetherin) L.M. Irvine**

Localidad Tipo: Anglesey, Gales.

Descripción: Hábito: frondas fijas al sustrato por medio de hápteros cortos, predominantemente en los sitios donde el talo se ramifica. Talo

de color pardo claro, 5 a 10 mm de longitud, ramificación dicotómica, formando segmentos fusiformes, teretes, comprimidos, de 2 a 3 mm de longitud por 0.8-1 mm de ancho. Hápteros delgados, de 1-1.5 mm de largo. Esporangios ovalados, en zonas apicales, de 1 mm de longitud por 0.5 mm de ancho.

Hábitat: creciendo sobre raíces de *R. mangle*, en la zona intermareal, entre 2 y 3 m por debajo de línea de pleamar.

***Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh**

Localidad tipo: Cayena, Guayana Francesa.

Descripción: Hábito: frondas rastreras y/o erectas, fijándose al sustrato por medio de hápteros cortos, predominantemente en los sitios de ramificación del talo. Talo de color pardo claro hasta púrpura, (2)-3 - 5-(7) cm de longitud. Fronda con ramificación dicotómica formando segmentos fusiformes, teretes, comprimidos, de 6-10 mm de longitud por 3-5 mm de ancho. Hápteros delgados, de 1-3 mm de largo. Cistocarpus sub-esféricos, entre las bifurcaciones, de 8-10 mm de longitud por 4 mm de ancho. Esporangios ovalados, en zonas apicales, de 3-5 mm de longitud por 1-2 mm de ancho.

Hábitat: creciendo sobre raíces de *R. mangle*, en la zona intermareal entre 0.5 y 1 m por debajo de línea de pleamar.

GRACILARIALES

GRACILARIACEAE

***Gracilariopsis andersonii* (Grunow) E. Y. Dawson**

Localidad tipo: Santa Cruz, California. EE. UU.

Descripción: talos de hasta 18 cm de alto, con bifurcaciones irregulares; ramas de 2-4 cm de ancho, disminuyendo hacia los ápices. Células medulares de 100 µm de diámetro, células de la corteza, entre 25-80 µm de ancho. Cistocarpus dispersos, esféricos, de aproximadamente 800 µm de diámetro. Espermatangios en soros superficiales, redondeados; tetrasporangios esféricos, dispersos, de alrededor de 30 µm de ancho.

Hábitat: sobre sustratos arenosos.

## DISCUSIÓN

La costa del Pacífico Tropical del continente americano cuenta con limitados estudios sobre diversidad algal, además existe una falta de consenso taxonómico de algunas especies. En la región, Fernández *et al.* (2011) registraron en total 576 especies, mientras que en el Pacífico colombiano, Peña y Palacios (1988) listaron sólo 133 especies.

Las hipótesis relacionadas con la baja diversidad de algas en el Pacífico colombiano mencionan que esto se podrían atribuir a la alta pluviosidad, que ocasiona una disminución de la salinidad de las aguas superficiales; este factor tiene mayor relevancia dado el número de desembocaduras de los ríos, la turbidez del agua y las condiciones desfavorables del sustrato (Schnetter & Bula, 1982; Marín & Peña, 2014).

El litoral Caribe colombiano cuenta con aproximadamente con 472 (120 Chlorophyta, 62 Ochrophyta y 290 Rhodophyta). En contraste, el

número de especies de algas en la zona continental del litoral Pacífico colombiano, que como se dijo anteriormente asciende a 133 especies (27 Chlorophyta, 22 Ochrophyta y 84 Rhodophyta) (Peña *et al.*, 1987; Peña & Palacios, 1988; Peña, 1998; Díaz & Díaz, 2003; Álvarez *et al.*, 2007), de las cuales 42 especies se encuentran en la isla Gorgona (Murrillo & Peña, 2014). Comparativamente, la alta diversidad de especies de la isla está asociada a la poca influencia de los aportes de agua dulce continental (Bula, 1988; Peña *et al.*, 2005), siendo este un factor a destacar al comparar el reducido número de especies en la bahía de Tumaco, teniendo en cuenta la influencia del río Mira y otros tributarios de la región que aporta gran cantidad de sedimentos en la zona costera (Garay-Tinoco *et al.*, 2006).

En cuanto al litoral del departamento de Nariño, dominado por trechos muy extensos de manglares y las pocas zonas rocosas presentes en la costa, el sustrato es demasiado blando para la fijación de talos mayores (Schnetter & Bula, 1982; Peña, 2008; Marín & Peña, 2014). Adicionalmente, las comunidades intermareales en su conjunto están afectadas por el fenómeno de las mareas; la alternancia de la inmersión y emersión influyen en otros factores ecológicos, como la temperatura, salinidad, iluminación y pH (Marín & Peña, 2014). Para la ensenada de Tumaco, se cuenta sólo con los registros de Schnetter y Bula (1982) en los sectores de El Morro y la Isla del Gallo, donde se registran 14 especies de Rhodophyta y seis de Chlorophyta, correspondientes al 14% de las especies del litoral Pacífico encontradas.

De acuerdo con este estudio, se mencionan nuevas localidades para las especies encontradas en la zona estuarina (Tabla 3), lo que permite comparar la flora marina que se presenta en la zona rocosa de la bahía, considerado uno de los ambientes poco estudiados y más representativos de la zona costera de la región de estudio.

Rhodophyta constituye el grupo más diverso de macroalgas en la zona de estudio, y destaca la presencia del género *Bostrychia*, tanto en la zona estuarina como en la ensenada. Zuccarello *et al.* (2011) encontraron una divergencia genética entre *B. radicans* y *B. moritziana*, que tuvo lugar después del cierre del istmo de Panamá. Peña (2008) encontró especies de *Bostrychia* representativas del grupo citado por Zuccarello *et al.* (2011) en el Pacífico colombiano.

Las especies registradas en este estudio presentan distribución pantropical y coinciden con las descripciones presentadas por otros autores (Schnetter & Bula, 1982; Ospina-Álvarez *et al.* 2006; Peña, 1998; Peña, 2008; Zuccarello *et al.*, 2006; Zuccarello & West, 2002, 2006; Zuccarello & West, 2011; Zuccarello *et al.*, 2011). El hábitat de preferencia de las especies recolectadas se encuentra asociado a bosque de manglar. Esto fue mencionado por otros investigadores en varios sitios del Pacífico Oriental Tropical, como Nicaragua (Dawson, 1962), Colombia (Schnetter & Bula, 1982; Marín & Peña, 2014), Panamá (Wysor, 2004) y Costa Rica (Tejada-Rivas, 2002; Fernández, 2008).

Las especies registradas en estos ambientes presentan una serie de adaptaciones fisiológicas relacionadas con limitaciones ambientales de luz y nutrientes (Peña *et al.*, 1999; Karsten *et al.*, 2000; Delgadillo & Newmark, 2008; Peña *et al.*, 2011). En general, las especies de este trabajo presentan una distribución batimétrica amplia y adaptabilidad morfológica y fisiológica que son determinantes para favorecer su distribución en diferentes ambientes (Collado & Robledo, 1999; Marín & Peña, 2014).



Tabla 3. Distribución de macroalgas bénticas en las localidades estudiadas de bahía Tumaco, Colombia, de acuerdo a diferentes hábitats reconocidos.

TAXÓN	Localidad		
	Bahía	Ensenada	Estuarios
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Boodleopsis verticillata</i>			(EPa), (Pal)
<i>Caulerpa sertularioides</i>		(Mor)	(ENa), (EPa)
<i>Cladophora herpestica</i>	(IGa)		
<i>Cladophoropsis membranacea</i>			(ENa)
<i>Ulva flexuosa</i>	(IGa)		
<i>Gayralia oxisperma</i>		(VRe)	(ENa), (EPa)
<i>Rhizoclonium riparium</i>			(ECh), (ENa), (EPa), (Pal)
<b>OCHROPHYTA-PHAEOPHYCEAE</b>			
<i>Dictyota divaricata</i> (= <i>D. implexa</i> )	(IGa)		
<i>Padina crispata</i>	(IGa)		
<b>RHODOPHYTA</b>			
<i>Bostrychia calliptera</i>	(IGa)		(ECh), (ENa), (EPa), (Pal)
<i>Bostrychia radicans</i>	(IGa)		(ENa)
<i>Bostrychia tenella</i>	(IGa)		
<i>Callithamnion rupícola</i>	(IGa)		
<i>Caloglossa lepieurii</i>			(ECh), (ENa), (Pal)
<i>Caloglossa ogasawaraensis</i>			(ENa), (Pal)
<i>Catenella impúdica</i>			(ECh), (ENa), (EPa), (Pal)
<i>Catenella caespitosa</i>			(ECh), (ENa), (EPa), (Pal)
<i>Ceramium procumbens</i>	(IGa)		
<i>Gelidium isabelae</i>			(ENa), (EPa)
<i>Gelidium pusillum</i> var. <i>pulvinatum</i>		(Mor)	

Distribución Bahía de Tumaco: (IGa) = Isla del Gallo. (ECh) = Estero Chontal. (ENa) = Estero Natal. (Mor) = El Morro. (EPa) = Estero Pajal. (Pal) = Estero Palmichal. (VRe) = Vda. Resurrección. (Para conocer la localización geográfica de las localidades, consultar la figura 1).

De acuerdo con los resultados, se concluye que la bahía de Tumaco presenta una baja diversidad de algas (26 especies), al ser comparada con los estudios en la isla Gorgona (Colombia) con 42 especies (Murillo & Peña, 2011) y en la isla de Coco (Costa Rica) con 170 (Fernández, 2008). Los datos aquí obtenidos también contrastan con los de Fernández *et al.* (2011), quienes registraron 216 especies en las costas del Pacífico de Costa Rica, 174 en las de Panamá y 146 en las de El Salvador. Aunque coinciden con los reportes para Nicaragua (24 especies) y Guatemala (16 especies) (Fernández *et al.*, 2011). A la fecha, debido a los pocos estudios ficológicos para el Pacífico colombiano, no hay consenso en el número total de especies para la zona, especialmente aquellas presentes en la zona submareal somera o de profundidad, por lo que es necesario continuar con exploraciones en estas localidades poco estudiadas y, de esta manera, realizar comparaciones con los registros de otras localidades.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se desarrolló en el marco del proyecto “Adaptación, crecimiento y reproducción de especies promisorias para el desarrollo del Pacífico colombiano: caso algas marinas”, código 1106-403-20653, con apoyo de COLCIENCIAS en la modalidad de cofinanciación. Los autores agradecen especialmente al personal operativo de la Finca San Luis, de la empresa AMT-Tumaco, Alexander Rodríguez y Max Meza, por su valioso apoyo en la recolecta del material algal. Igualmente, a las biólogas Zuleyma Mosquera y Lorey López, de la Universidad del Valle, por su colaboración en la limpieza y preparación del material para su respectivo montaje e inclusión en el herbario CUVV de la Universidad del Valle.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, R.; C. PARDO & A. TRESPALACIOS. 2007. Evaluación y utilización potencial de las macroalgas marinas del Caribe y el Pacífico de Colombia: estado actual de su conocimiento. *Biosalud* 6: 113-129.
- BULA, G. 1988. Cultivos y utilización comerciales de las microalgas marinas. *Revista Ingeniería Pesquera* (Santa Marta) 6: 1-57.
- CANTERA, J. R. 1991. Etude structurale des mangroves et des peuplements littoraux des deux baies du pacifique colombien (Málaga et Buenaventura). Rapport avec les conditions du milieu et les perturbations anthropiques. These d'Etat Sciences. Université d'Aix-Marseille II, Marseille, France. 429 p.
- CANTERA, J. R. & J. F. BLANCO. 2001. The estuary ecosystem of Buenaventura bay, Colombia. 265-280. In: Seeliger, U. y B. Kjerfve (Eds.). *Coastal marine ecosystems of Latin America, ecological studies*. Springer-Verlag, Nueva York.
- CELIS, C. N. 2008. Evaluación espacio-temporal de la calidad físico-química del agua en las bahías de Buenaventura y Málaga. Dirección General Marítima, Centro Control Contaminación del Pacífico CCCP. Disponible en línea en: <http://www.cccp.org.co/modules.php?name=Newsfile=articleid=503>. (Consultada en septiembre de 2009).
- COLLADO, L. & D. ROBLEDO. 1999. Morphology and photosynthesis of *Caulerpa* (Chlorophyta) in relation to their growth form. *Journal of Phycology*, A.S.P. 35 (2): 325-330. DOI:10.1046/j.1529-8817.1999.3520325.x
- DAWSON, E. 1962. Additions to the marine flora of Costa Rica and Nicaragua. *Pacific Naturalist* 13: 375-395.
- DELGADILLO, O. & F. NEWMARK. 2008. Cultivo piloto de macroalgas rojas (Rhodophyta) en Bahía Portete, La Guajira, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 37 (2): 7-26.
- DÍAZ, G. & M. DÍAZ. 2003. Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. *Biota Colombiana*. 4(2): 203 - 246. <http://www.redalyc.org/articulo.oa>
- FERNÁNDEZ, C. 2008. Flora marina del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. *Revista Biología Tropical* 56 (2): 57-69.
- FERNÁNDEZ, C. & J. ALVARADO. 2008. Chlorophyta de la costa pacífica de Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 56 (4): 149-162.
- FERNÁNDEZ, C., R. RIOSMENA, B. WYSOR, O.L. TEJADA & J. CORTÉS. 2011. Checklist of the Pacific marine macroalgae of Central America. *Botanica Marina* 54: 53-73. DOI:10.1515/bot.2011.001
- GARAY-TINOCO, J., D. GÓMEZ-LÓPEZ & J. ORTIZ-GALVIS (Eds.) 2006. *Diagnóstico integral del impacto biofísico y socioeconómico relativo a las fuentes de contaminación terrestre en la Bahía de Tumaco, (Colombia), y lineamientos básicos para un Plan de Manejo*. Proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA—Programa de Acción Mundial PAM) y Comisión Permanente del Pacífico Sur CPPS. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR— Centro de Control Contaminación del Pacífico CCCP— Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO. Santa Marta, 290 p.
- GUIRY, M. D. & G. M. GUIRY. 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. National University of Ireland. Available online at: (downloaded July 18, 2014). <http://www.algaebase.org>
- KAMIYA, M., J. TANAKA & Y. HARA. 1997. Comparative morphology, crossability, and taxonomy within the *Caloglossa continua* (Delesseriaceae, Rhodophyta) complex from the western pacific. *Journal of Phycology* 33: 99-105. DOI: 10.1111/j.0022-3646.1997.00097.x
- KARSTEN, U., T. SAWALL, J. WEST & C. WIENCKE. 2000. Ultraviolet sunscreen compounds in epiphytic red algae from mangroves. *Hydrobiologia* 432: 159-171. DOI:10.1023/A:1004046909810
- KIM, M. S., E. C. YAN & S. M. BOO. 2006. Taxonomy and phylogeny of flattened species of *Gracilaria* (Gracilariaceae, Rhodophyta) from Korea based on morphology and protein-coding plastid *rbcL* and *psbA* sequences. *Phycologia* 45 (5): 520-528. DOI:10.2216/05-38.1
- MARÍN, H., & E. PEÑA. 2014. Variación espacio-temporal de la biomasa del alga *Caulerpa sertularioides* en poblaciones naturales y en condiciones de cultivo en estanques de camarón en la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 43 (1): 121-135.
- MURILLO, M., & E. PEÑA. 2014. Algas marinas bentónicas de la Isla Gorgona, costa pacífica colombiana. *International Journal of Tropical Biology* 62 (1): 27-41. DOI: 10.15517/rbt.v62i0.15977
- OSPINA-ÁLVAREZ, N., E. J. PEÑA, & R. BENÍTEZ. 2006. Efecto de la salinidad en la capacidad de bioacumulación de plomo en el alga verde *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey (Chlorophyceae, Cladophorales). *Actualidades Biológicas* 28 (84): 17-25.
- PEÑA, E. J. 1998. Physiological ecology of mangrove associated macroalgae in a tropical estuary. Ph. D. Thesis dissertation. University of South Carolina, USA. 259 p.
- PEÑA, E. J., M. L. PALACIOS & A. MEJÍA. 1987. Estudio fitosociológico de una zona intermareal en la Bahía de Málaga, costa pacífica colombiana. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 4 (1): 12-21.
- PEÑA, E. J. & M. L. PALACIOS. 1988. Macroalgas marinas bénticas asociadas al manglar de la costa pacífica colombiana. Pp. 500-505. In: Memorias VI Seminario Nacional y Tecnologías del Mar. CCO - Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- PEÑA, E. J., R. ZINGMARK & C. NIETCH. 1999. Comparative photosynthesis of two species of epiphytic macroalgae on mangrove roots during submersion and emersion. *Journal of Phycology* 35: 1206-1214. DOI: 10.1046/j.1529-8817.1999.3561206.x
- PEÑA, E. J., M. L. PALACIOS & N. OSPINA-ÁLVAREZ. 2005. *Algas como indicadores de contaminación*. Programa editorial Universidad del Valle. Cali, Colombia. 164 p.
- PEÑA, E. J. 2008. Dinámica espacial y temporal de la biomasa algas asociada a las raíces de mangle en la bahía de Buenaventura, costa pacífica de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 37 (2): 55-70.
- PEÑA, E. J., A. RENGIFO & N. BENÍTEZ. 2011. Detoxification mechanisms of heavy metals by algal-bacteria consortia. In: Kim, S. (Ed). *Handbook*

- of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology. John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781119977087.ch28
- ROBLEDO, D. 1996. *Conocimiento de la macroflora marina de interés económico de las Costas de Yucatán*. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados - Mérida, Departamento de Recursos del Mar, Laboratorio de Ficología. México. DOI: 10.15468/lfakr3
- SCHNETTER, R. & G. BULA. 1982. Algas marinas del litoral pacífico de Colombia. Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae. *Bibliotheca Phycologica* 60: 1-287.
- SERVIERE, E., R. RIOSMENA & H. LEÓN, J. GONZÁLEZ. 2007. Distribución espacial de macroalgas marinas en las islas Revillagigedo, México. *Ciencias y Mar* XI (31): 3-13.
- SUSARLA, S., V. F. MEDINA & M. McCUTCHEON. 2002. Phytoremediation: An ecological solution to organic chemical contamination. *Ecological Engineering* 18: 647-658. DOI: 10.1016/S0925-8574(02)00026-5
- TEJADA-RIVAS, O. L. 2002. Macroalgas asociadas a raíces de mangle: Costa Pacífica de Costa Rica. Tesis Maestría, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 62 p.
- TEJADA, O. L. 2007. Ecofisiología de macroalgas asociadas a bosques de manglar y su distribución en Centro América. *Revista Quehacer Científico*. 6:1-8.
- WEST, J., G. ZUCCARELLO & M. KAMIYA. 2001. Reproductive patterns of *Caloglossa* species (Delesseriaceae, Rhodophyta) from Australia and New Zealand: multiple origins of asexuality in *C. lepreurii*. Literature review on apomixes, mixed-phase, bisexuality and sexual compatibility. *Phycological Research* 49: 183-200. DOI: 10.1046/j.1440-1835.2001.00239.x
- WYSOR, B. 2004. An annotated list of marine Chlorophyta from Pacific coast of the Republic of Panama with a comparison to Caribbean Panama species. *Nova Hedwigia* 78: 209-241. DOI: 10.1127/0029-5035/2004/0078-0209
- ZUCCARELLO, G. & J. WEST. 2002. Phylogeography of the *Bostrychia calliptera*-*B. pinnata* complex (Rhodomelaceae, Rhodophyta) and divergence rates based on nuclear, mitochondrial and plastid DNA markers. *Phycologia* 41(1): 49-60. DOI: 10.2216/i0031-8884-41-1-49.1
- ZUCCARELLO, G. & J. WEST. 2003. Multiple cryptic species: molecular diversity and reproductive isolation in the *B. radicans*/*B. moritziana* complex (Rhodomelaceae, Rhodophyta) with focus on North American isolates. *Journal of Phycology* 39: 948-959. DOI: 10.1046/j.1529-8817.2003.02171.x
- ZUCCARELLO, G. & J. WEST. 2006. Molecular phylogeny of the subfamily Bostrychioideae (Ceramiales, Rhodophyta): subsuming *Stictosiphonia* and highlighting polyphyly in species of *Bostrychia*. *Phycologia* 45 (1): 24-36. DOI: 10.2216/05-07.1
- ZUCCARELLO, G. & J. WEST. 2011. Insights into evolution and speciation in the red alga *Bostrychia*: 15 years of research. *Algae* 26 (1): 3-14. DOI: 10.4490/algae.2011.26.1.021
- ZUCCARELLO, G., J. BUCHANAN & J. WEST. 2006. Increased sampling for inferring phylogeographic patterns in *Bostrychia radicans*/*B. moritziana* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in the eastern USA. *Journal of Phycology* 42: 1349-1352. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2006.00292.x
- ZUCCARELLO, G., J. BUCHANAN, J. WEST & F. PEDROCHE. 2011. Genetic diversity of the mangrove-associated alga *Bostrychia radicans*/*Bostrychia moritziana* (Ceramiales, Rhodophyta) from southern Central America. *Phycological Research* 59: 98-104. DOI: 10.1111/j.1440-1835.2010.00605.x

**Recibido:** 22 de octubre de 2014.

**Aceptado:** 27 de julio de 2015.