

Chlorophyta de la Costa Pacífica de Costa Rica

Cindy Fernández^{1,2} & Juan José Alvarado²

1. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro, San José, Costa Rica.
2. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro, San José, Costa Rica; cindyfdez@yahoo.com

Recibido 08-IX-2008. Corregido 27-V-2008. Aceptado 28-VI-2008.

Abstract: Chlorophyta of the Pacific coast of Costa Rica. Recent collections at the Pacific coast of Costa Rica have increased the number of reported marine green algae. In this paper we present an updated list of the marine green algae of this coast, which is based on reports from literature, collection of the National Herbaria of Costa Rica and recent field sampling. Ecological and environmental aspects of the different species are also included. A total of 38 species of chlorophytes, distributed in 16 genera, 12 families y six orders were documented, including five new records to the marine flora of Costa Rica: *Codium isabelae*, *Codium picturatum*, *Codium* sp., *Caulerpa serrulata*, and *Parvocaulis parvula*. Different ecological and distribution characteristics of these species were compared and analyzed among the North Pacific upwelling area and the South Pacific high rate sedimentation site. Rev. Biol. Trop. 56 (Suppl. 4): 149-162. Epub 2009 June 30.

Key words: Chlorophyta, green algae, Eastern Pacific, Costa Rica, diversity, macroalgae, *Codium*, *Caulerpa*, *Parvocaulis*.

Las macroalgas verdes comprenden uno de los grupos de algas con gran abundancia de géneros y especies, con aproximadamente 8000 especies distribuidas en 500 géneros. En comparación con otros grupos de algas, estas son las más ampliamente distribuidas y ocurren en diversos ambientes, desde dulceacuícolas, marinas y terrestres (Bold & Wynne 1985, Van den Hoek *et al.* 1998).

El conocimiento que se posee sobre este grupo de algas para el Pacífico Centroamericano es muy escaso. Wysor (2004) realizó una recopilación de clorófitas para el Pacífico de Panamá, en el que hace una comparación con otros países de la región. En su estudio menciona un total de seis especies para Nicaragua, seis para Guatemala, 11 para Costa Rica, 18 para El Salvador, y 45 para Panamá. Su trabajo evidencia la falta de información de la flora marina de todos los países de Centroamérica (Wysor 2004).

En general, los estudios sobre macroalgas marinas en Costa Rica se han enfocado principalmente a listados taxonómicos. La investigación de algas en la costa Pacífica de Costa Rica inicia con la Expedición de la Allan Hancock, donde Taylor (1945) reporta un total de 47 especies, de las cuales solamente cinco pertenecen a la división Chlorophyta. Seguidamente Dawson (1957, 1960, 1961, 1962), realiza varias colectas a lo largo de la costa incluyendo las partes internas del Golfo de Nicoya y el Golfo Dulce (Fig. 1) obteniendo un total de 21 especies de algas verdes.

Posteriormente, Tsuda (1968) adiciona *Ulva fasciata* y *Struvea* sp. (ahora *Phyllocladion*), colectas realizadas en Playas del Coco ubicada en el Pacífico norte del país. Villalobos (1980) publica el primer trabajo ecológico de algas en el que considera factores físicos y biológicos en la estructura de una comunidad de algas en las cercanías de Playa Montezuma

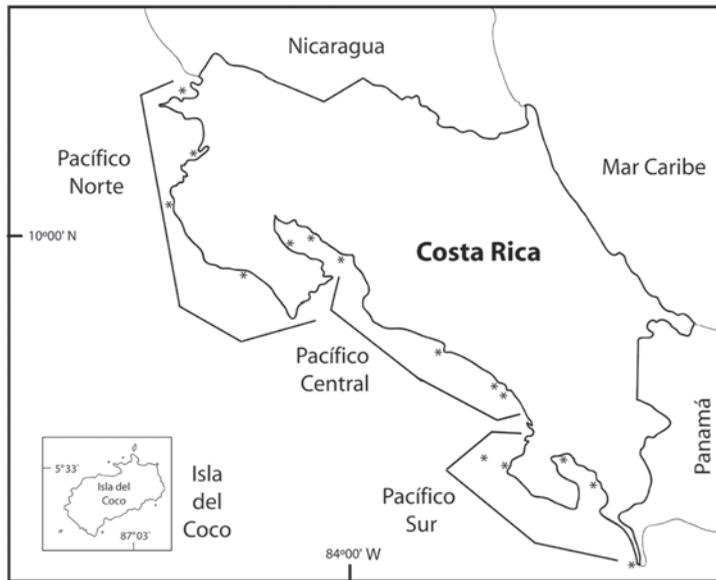


Fig. 1. Mapa de la costa Pacífica de Costa Rica con las divisiones utilizadas para clasificar la distribución de las algas. Los asteriscos marcan los sitios donde se han colectado y observado las algas tanto citadas en publicaciones como en colectas recientes.

(Puntarenas, Península de Nicoya). En su trabajo menciona cuatro algas verdes (*Ulva lactuca*, *Enteromorpha* sp., *Codium* sp. y *Halimeda discoidea*). Seguidamente, como parte del plan de manejo del Parque Nacional Marino Ballena (Pacífico sur), Soto & Bermúdez (1990) indican la presencia de 11 especies. Cortés (1993) contabiliza 13 especies de algas verdes en el plan de Manejo del Parque Nacional Manuel Antonio (Pacífico central). Durante la década del 2000 los trabajos han ido aumentando considerablemente, Tejada (2002, 2007) hace referencia a datos de cobertura y ecofisiología de dos especies de clorófitas asociadas con raíces de mangle. Seguidamente, Fernández & Cortés (2005), Sibaja (2005), Sibaja & Vargas (2006) y Fernández (2007), brindan información sobre datos ecológicos de especies de zonas rocosas intermareales y ambientes arrecifales.

Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado muchas de las especies no se han podido

identificar por la falta de claves taxonómicas actualizadas. El objetivo del presente trabajo es establecer una línea base al presentar un listado actualizado de las macroalgas verdes que se encuentran en la costa Pacífica de Costa Rica, basada en la revisión de literatura, herbarios, colectas y observaciones recientes en el campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: La costa Pacífica de Costa Rica posee una extensión de 1 160 km y es bastante heterogénea, conformada por varios golfos, bahías, costas rocosas e islas entre otros accidentes geomorfológicos (Cortés & Jiménez 2003) (Fig. 1). Debido a esta particularidad, y la disposición del arco de montañas que atraviesan Costa Rica, la zona norte, central y sur difieren en el comportamiento de sus condiciones oceanográficas, lo que se ve reflejado en la composición y desarrollo de ambientes marinos de la misma (Cortés & Jiménez 2003).

El Pacífico Norte (PN) (desde Bahía Salinas hasta Cabo Blanco) esta influenciado por los vientos alisios entre diciembre a abril, lo que produce un afloramiento estacional de las aguas (Glynn *et al.* 1983). Esta zona del país está conformada en su mayoría por costas de erosión de material rocosos con intercalación de playas arenosa (Denyer & Cárdenas 2000) y en su mayoría sus arrecifes y comunidades coralinas están contruidos por especies de coral ramosos del género *Pocillopora* sp. (Cortés & Jiménez 2003).

El Pacífico Central (PC) se extiende desde el Golfo de Nicoya, Punta Leona, hasta la desembocadura del río Térraba en Boca Coronado (Glynn *et al.* 1983, Cortés & Murillo 1985, Cortés & Jiménez 2003). El PC está conformado por costas de depositación de material, con playas de barrera y playas arenosas extensas (Denyer & Cárdenas 2000), y sus arrecifes y comunidades están contruidos en mayor medida por corales masivos del género *Porites* sp. (Cortés & Jiménez 2003, Alvarado *et al.* 2005).

El Pacífico Sur (PS), se extiende desde el complejo de manglares de Térraba-Sierpe hasta Punta Burica, incluyendo la Isla del Caño y el Golfo Dulce. Esta sección de la costa está geomorfológicamente compuesta por costas de erosión de material rocoso con intercalación de playas arenosas, en algunos casos bastante extensas (Denyer & Cárdenas 2000). En esta sección de la costa la Isla del Caño sobresale por la riqueza de sus arrecifes (Guzmán & Cortés 1989), mientras que la Península de Osa y el Golfo Dulce están conformados por arrecifes y comunidades coralinos ya sea de *Porites*, *Pocillopora* o *Psammocora* (Cortés & Jiménez 2003). Así mismo, es una zona donde la plataforma oceánica es muy estrecha, con respecto a las otras zonas de la costa.

Finalmente, la Isla del Coco (IC) (5°32' N y 87°04'W) se ubica a 500 km al suroeste de Costa Rica y a 630 km de las Islas Galápagos, siendo la isla más remota del país. Posee un perímetro de 23.3km y un área de 47km² y es la única sección que se encuentra sobre el nivel del mar de la dorsal de Cocos (Castillo *et al.* 1988). Esta isla posee la mayor diversidad

de especies de corales de la costa Pacífica de Costa Rica, aunque en su gran mayoría los arrecifes están conformados por el coral *Porites lobata* (Guzmán & Cortés 1992, Cortés & Jiménez 2003).

Listado taxonómico: Para construir el listado se revisaron todos los trabajos publicados donde se incluyeran registros de algas verdes de esta costa. Así mismo, se revisó la colección de algas del Herbario Nacional de Costa Rica (CR). Para la clasificación taxonómica de clases, órdenes y familias se siguió el orden propuesto por Wynne (2005), y para la actualización de los nombres científicos de los especímenes, se siguió el propuesto por Wynne (2005), Wysor (2004).

La recolecta de muestras se realizó desde enero 2006 a enero 2008 en varios puntos alrededor de la costa Pacífica (Fig. 1). La recolecta de las macroalgas se realizó a nivel submareal por medio de buceo con tanque y a nivel intermareal. Las algas fueron removidas del sustrato manualmente o por medio de una cuchilla y fueron colocadas en bolsas plásticas. Parámetros como la profundidad, tipo del sustrato, así como la ubicación específica de la muestra dentro del hábitat fueron tomados en el momento de la recolección.

El material recolectado fue preservado en una solución de formalina al 4% en agua de mar con un buffer (NaHCO₃) y se realizaron réplicas secas que fueron depositadas en el Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. La identificación del material se llevó a cabo con base a la literatura existente para el Pacífico Tropical (Taylor 1945, Dawson 1944, 1957, 1960, 1962, Abbott & Hollenberg 1976, Schnetter & Bula-Meyer 1982, Wysor 2004).

Se analizó la similitud en la composición de especies de algas verdes entre las cuatro secciones de la costa Pacífica de Costa Rica (PN, PC, PS e IC) mediante el índice de similitud de Pearson y se construyó un dendrograma de unión simple utilizando distancia euclidiana (Gottelli & Ellison 2004). El índice de similitud de Pearson fue utilizado para dar más peso a las

similitudes (Clarke & Warwick 1994, Gottelli & Ellison 2004), finalmente se construyó una matriz de presencia y ausencia de cada especie de alga por sección de la costa.

RESULTADOS

La presente investigación permitió registrar 38 especies de algas verdes para la costa Pacífica de Costa Rica, distribuidas en 16 géneros, 12 familias y seis órdenes (Cuadro 1). El Orden Cladophorales, compuesto por dos familias y cuatro géneros, fue el grupo con mayor número de especies (14), de las cuales ocho pertenecen al género *Cladophora*. A este orden le sigue en riqueza el orden Bryopsidales, con cinco familias, seis géneros y 13 especies, de los cuales el género *Caulerpa* fue el más rico con cuatro especies. El orden Ulvales (una familia) presentó un solo género *Ulva*, con cuatro especies, mientras que el orden Dasycladales estuvo compuesto por una familia con la especie *Parvocaulis parvula* (Cuadro 1). Para este trabajo se identificaron cinco especies que son nuevos registros para el Pacífico costarricense (Fig. 2): *Codium isabelae*, *Codium picturatum*, *Codium* sp., *Caulerpa serrulata* y *Parvocaulis parvula*.

No se determinó ningún alga en común a las cuatro zonas del Pacífico costarricense, aunque sí para el PN, PC y el PS. Estas tres zonas poseen seis especies en común: *Ulva flexuosa*, *U. lactuca*, *Cladophoropsis gracillima*, *Caulerpa racemosa*, *C. racemosa* var *peltata* y *Halimeda discoidea*. El Pacífico central (PN) fue la zona más rica en especies de algas verdes con 23 especies, seguida por el Pacífico sur (PS) con 22 especies, el Pacífico Norte con 15 especies, y finalmente la Isla del Coco (IC) con una sola especie (*Caulerpa serrulata*) (Fig. 3) (Cuadro 1).

El PN y el PC compartieron siete especies (las antes mencionadas más *Parvocaulis parvula*), mientras que el PC y el PS fueron las zonas con mayor número de especies en común (13) (Cuadro 1). Por otro lado, la IC con una sola especie registrada, refleja la falta de estudio en esta isla y no la realidad de la biodiversidad de la zona. Finalmente,

para el PN se encontraron cinco especies que están distribuidas exclusivamente en esta zona, mientras que para el PC se encontraron nueve y para el PS seis especies.

DISCUSIÓN

De las aproximadamente 100 especies de macroalgas clorófitas conocidas en el Pacífico Tropical Oriental de clorófitos (Wysor 2004), la costa del Pacífico de Costa Rica posee un 38% de estas. En comparación con el litoral del Mar Caribe de Costa Rica (aprox. 77 especies-28 géneros de clorófitos), la flora de algas de la costa Pacífica (38 especies-16 géneros) es menos rica en especies. La recolecta de estas algas en el Pacífico se vuelve difícil debido a su pequeña talla y porque generalmente se les encuentra mezcladas con algas de otros grupos taxonómicos. Esto ha sido documentado por varios autores en muchos sitios del Pacífico Oriental Tropical como Nicaragua (Dawson 1962), Panamá (Wysor 2004) y Colombia (Schnetter & Bula 1982).

En esta investigación, el género *Cladophora* fue el que se encontró con mayor número de especies. Los representantes de este género están distribuidos a nivel mundial y frecuentemente dominan los ambientes bénticos de áreas marinas, formando densas alfombras en las rocas y coral muerto. Las especies de *Cladophora* se adaptan a varios ambientes, y se distribuyen desde aguas oligotróficas hasta aguas eutróficas; en zonas con variaciones de temperatura, salinidad y profundidad (Dodds & Gudder 1992).

Se encontraron algas ampliamente distribuidas por toda la costa Pacífica como: *Ulva flexuosa*, *Cladophoropsis gracillima*, *Caulerpa racemosa* var *peltata*, *Caulerpa racemosa* y *Halimeda discoidea*. *Ulva* es un género ampliamente distribuido a nivel mundial y las especies tienden a ser organismos oportunistas que colonizan el sustrato, a la vez es muy utilizado como indicador en zonas eutróficas (Bold & Wynne 1985, Van den Hoek *et al.* 1998, Lotze & Schramm 2000). *Halimeda* se distribuye en todas las zonas tropicales, creciendo

CUADRO 1

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta. Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
CODIOLALES						
Monostromaceae						
<i>Monostruma cf. ecuadorenum</i> Taylor, 1945			x		Sobre una plataforma fangosa	Dawson 1957
ULVALES						
Ulvaceae						
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus, 1820 (S: <i>Enteromorpha compressa</i>)			x		Talos pequeños, sobre una plataforma fangosa y sobre sustratos rocosos.	Dawson 1957
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen 1803 (S: <i>Enteromorpha flexuosa</i> , <i>E. lingulata</i>)	x	x	x		En pozas intermareales hasta 6 m de profundidad, en zonas con altas concentraciones de nutrientes. Sustratos rocosos y arenosos.	Taylor 1945, Dawson 1957, Soto y Bermúdez 1990, Cortés 1993, Colectas recientes PN: Bahía Culebra
<i>Ulva fasciata</i> Delile, 1813	x				En pozas intermareales con oleaje fuerte, sobre sustrato rocoso.	Tsuda 1968
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus, 1753	x	x	x		En pozas intermareales hasta 6 m de profundidad. Sobre sustratos rocosos y corales muertos. Abundante en zonas con altas concentraciones de nutrientes.	Taylor 1945, Dawson 1957, Villalobos 1980, Soto y Bermúdez 1990, Colectas Recientes PN: Bahía Culebra, PS: Península de Osa
<i>Ulva prolifera</i> Müller 1778	x				No hay datos disponibles	Dawson 1961
CLADOPHORALES						
Anadyomenaceae						
<i>Willella mexicana</i> Dawson, 1950			x		Sobre rocas y coral muerto, entre 1 y 3 m de profundidad	Dawson 1957

CUADRO 1 (Continuación)

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta. Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
Cladophoraceae						
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützting, 1847 (S: <i>Chaetomorpha media</i>)		x	x		Sobre sustrato rocoso, en sitios de alta energía por el oleaje	Dawson 1962, Soto y Bermúdez 1990, CR-32472
<i>Chaetomorpha gracilis</i> Kützting, 1845	x				Sobre rocas. Formando densos grupos de largos filamentos.	CR 116235
<i>Chaetomorpha javanica</i> Kützting, 1847		x			En pozas intermareales, sustrato rocoso	Dawson 1962
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützting, 1843 (S: <i>Cladophoropsis peruviana</i>)		x			No hay datos disponibles	Dawson 1962
<i>Cladophora crispula</i> Vickers 1905			x		No hay datos disponibles	CR 32475
<i>Cladophora crystallina</i> (Roth) Kützting, 1843	x				No hay datos disponibles	Dawson 1960
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützting, 1843 (S: <i>Cladophora utriculosa</i>)		x			No hay datos disponibles	Dawson 1960
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützting, 1843		x	x		Generalmente mezclada con otras algas especialmente con algas rojas. Se ha encontrado desde pozas intermareales hasta 10 m de profundidad.	Taylor 1945, Dawson 1957, Soto y Bermúdez 1990, Cortés 1993, Sibaja 2005, Colectas Recientes PS: Uvita
<i>Cladophora sericea</i> Hudson, 1843 (S: <i>Cladophora rudolphiana</i>)		x			Intermareal, sobre sustratos rocosos.	Dawson 1957
<i>Cladophora socialis</i> Kützting, 1849		x			Sobre troncos y raíces de mangle, cubiertos por sombra.	Dawson 1957

CUADRO 1 (Continuación)

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta. Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek, 1963 (S: <i>Cladophora fascicularis</i>)		x			No hay datos disponibles	Cortés 1993
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey, 1849 (S: <i>Rhizoclonium kerneri</i> , <i>Rhizoclonium kochianum</i>)		x	x		Desde pozas intermareales hasta 3 m de profundidad. En sustrato rocoso o sobre raíces de mangle.	Dawson 1962, Cortés 1993, Tejada 2002, 2007 Colectas recientes PS: Uvita
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützting 1845 (S: <i>Lola</i> , <i>lubrica</i> , <i>Rhizoclonium lubricum</i>)	x				En pozas intermareales	Taylor 1945, Dawson 1957, Dawson 1961
SIPHONOCCLADALES						
Boodleaceae						
<i>Boodlea composita</i> (Harvey) Brand, 1905 (S: <i>Boodlea stamensis</i>)			x		Sobre rocas y raíces de mangle.	Dawson 1957, Dawson 1961
<i>Phyllocladon anastomosans</i> (Harvey) Kraft & M.J. Wynne, 1996 (S: <i>Struvea anastomosans</i>)		x	x		Sobre sustratos rocosos y sobre las conchas del caracol <i>Strombus galeatus</i> . Se ha encontrado desde 3 hasta 6 m de profundidad.	Dawson 1957, Cortés 1993, Colectas Recientes PS: Uvita
Siphonocladaceae						
<i>Cladophoropsis gracillima</i> Dawson, 1950	x	x	x		Sobre sustrato rocoso y corales muertos a 2 m de profundidad.	Dawson 1957, Dawson 1960
<i>Cladophoropsis sundamensis</i> Reinbold, 1905		x			Sobre troncos y raíces de mangle, en áreas con sombra.	Dawson 1957

CUADRO 1 (Continuación)

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta, Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
BRYOPSIDALES						
Bryopsidaceae						
<i>Bryopsis pennata</i> Lamouroux, 1809	x		x		Desde 3 m hasta 10 m de profundidad. Sobre rocas o de forma epífita sobre otras algas.	Dawson 1957, Soto y Bermúdez 1990, Cortés 1993, Colectas Recientes PS: Uvita, Isla del Caño
<i>Bryopsis pennata</i> var <i>lepreurii</i> (Kützting) Collins & Hervey, 1917	x				Sobre sustrato rocoso.	Dawson 1957
Codiaceae						
* <i>Codium isabelae</i> Taylor, 1945	x		x		En pozas intermareales en zonas cubiertas donde el oleaje no es fuerte, sobre sustratos arenosos y rocosos hasta 10 m de profundidad.	Colectas Recientes PN: Bahía Culebra, PS: Uvita, Península de Osa, Isla del Caño, CR-128154, CR-128155, CR-92639
* <i>Codium picturatum</i> Pedroche & Silva, 1996			x		Entre 0.5-4 m de profundidad. Sobre sustratos rocosos y algas calcáreas. Incrustante, capa delgada de 2 mm de espesor. Masas amorfas verde oscuro.	Colectas Recientes PS: Península de Osa
* <i>Codium</i> sp.	x				Sobre rocas a 6 metros de profundidad	Colectas Recientes PN: Bahía Salinas
Caulerpaceae						
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) Agardh, 1873	x		x		Sobre rocas y coral muerto de la especie <i>Pravonota cianus</i> y <i>Porites lobata</i> , se ha encontrado en pozas intermareales hasta los 10 m de profundidad.	Cortés 1993, Colectas Recientes PN: Bahía Culebra, Bahía Salinas PS: Isla del Caño

CUADRO 1 (Continuación)

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta, Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
<i>Caulerpa racemosa</i> var <i>peltata</i> Lamouroux 1809 (S: <i>Caulerpa peltata</i>)	x	x	x	x	Sobre rocas y coral muerto de la especie <i>Pavona clavus</i> y <i>Porites lobata</i> . En pozas intermareales hasta 8 m de profundidad.	Dawson 1957, Soto y Bermúdez 1990, Cortés 1993, Colectas Recientes PN: Bahía Salinas, Bahía Culebra PS: Uvita, Península de Osa, Isla del Caño CR-92637
* <i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) Agardh, 1837				x	Desde 4 hasta 15 m de profundidad sobre sustratos rocosos y coral muerto, formando parches pequeños aislados.	Colectas Recientes IC: Punta Ulloa, Punta María
<i>Caulerpa sertularioides</i> (Gmelin) Howe, 1905	x		x		Sobre sustratos rocosos y arenosos, desde pozas intermareales hasta 17 metros de profundidad. En el Pacífico norte Formando parches densos y cubriendo amplias extensiones en zonas arenosas, rocosas y coralinas.	Fernández y Cortés 2005, Fernández 2007 CR-32479, Colectas recientes PN: Bahía Culebra
Udoteaceae						
<i>Chlorodesmis caespitosa</i> Agardh, 1887		x		x	En sustrato arenoso, raíces de mangle o rocas, se ha encontrado en zonas contaminadas	Dawson 1957
<i>Chlorodesmis hildebrandtii</i> Gepp & Gepp 1911			x		Sobre rocas	Dawson 1957 CR- 60449
<i>Boodleopsis verticillata</i> Dawson, 1960		x		x	Sobre raíces de mangle y sustratos rocosos.	Dawson 1961, Cortés 1993, Tejada 2002, 2007
Halimedaceae						
<i>Halimeda discoidea</i> Descaine, 1842	x	x	x	x	Sobre rocas y coral muerto. Creciendo desde 2 metros hasta 12 metros de profundidad. Amplia distribución y frecuencia en toda la costa.	Taylor 1945, Dawson 1957, Villalobos 1980, Soto y Bermúdez 1990, Cortés 1993, Sibaja 2005, Colectas Recientes PN: Bahía Culebra, Bahía Salinas PS: Uvita, Isla del Caño, Península de Osa CR-109762, CR-92619, CR-43772

CUADRO 1 (Continuación)

Lista de especies de algas pertenecientes a la División Chlorophyta, Pacífico de Costa Rica. Las especies marcadas con un asterisco son nuevas adiciones a la flora de Costa Rica. S= Sinónimos en publicaciones, PN= Pacífico Norte, PC= Pacífico Central, PS= Pacífico Sur, IC= Isla del Coco, CR#: Número del Herbario del Museo Nacional

Especies	Distribución				Hábitat y Datos ecológicos	Referencia de recolecta
	PN	PC	PS	IC		
DASYCLADALES						
Polyphysaceae						
* <i>Parvocaulis parvula</i> (Solms-Laubach) Berger, Fettweiss, Gleissberg, Liddle, Richter, Sawitsky & Zuccarello 2003.	x	x	x		Sobre rocas, coral muerto y conchas del caracol <i>Strombus galeatus</i> , se ha encontrado desde 3 hasta 6 m de profundidad	Colectas Recientes PN: Bahía Culebra, PS: Uvita, Península de Osa, Isla del Caño

en zonas rocosas fangosas y arenosas, y los organismos pertenecientes a este género aportan en gran parte la formación de arena en los arrecifes tropicales (Bold & Wynne 1985, Van den Hoek *et al.* 1998, Hillis *et al.* 1998).

Por otro lado, todas las especies del género *Caulerpa* se desarrollan bien en ambientes marinos de aguas templadas, pero en aguas tropicales se distribuyen más ampliamente (Van den Hoek *et al.* 1998). En general las especies de este género, muestran una amplia distribución batimétrica y adaptabilidad morfológica y fisiológica que son determinantes en favorecer la distribución de las especies de este género en diferentes ambientes (Collado-Vides & Robledo 1999).

Con respecto a las algas restringidas a una zona, destaca *Caulerpa serrulata* únicamente presente en la Isla del Coco y hasta el momento no reportada para las zonas costeras de Costa Rica. Para el Pacífico Oriental esta especie únicamente ha sido reportada para el Golfo de Panamá (Wysor 2004) y para Chile (Ramírez & Santelices 1991). Hasta el momento esta especie no ha sido registrada para México, Colombia, ni para el resto de los países de Centroamérica.

El Pacífico norte presentó un total de 13 especies, el Pacífico central 25, el Pacífico sur 19. La Isla del Coco solamente una especie, recientemente colectada y siendo esta la primera información de algas en este lugar. El hecho de que no se presentaran especies en común para los cuatro sitios indica la falta de investigación en la Isla del Coco, con las nuevas investigaciones que se realizan en esta zona la lista podrá extenderse.

Con respecto a la similitud entre las zonas, se observa que el Pacífico Central y el Pacífico Sur son muy similares en cuanto a la composición de especies, diferenciándose del Pacífico Norte (Fig. 4). Esto se debe principalmente a la diferencia en los factores ambientales que imperan en cada zona; en el Pacífico norte se da un afloramiento costero (noviembre-abril) donde la temperatura en promedio es de 22±0.03°C y puede descender hasta 10°C (Jiménez 1998), la ausencia de ríos en casi

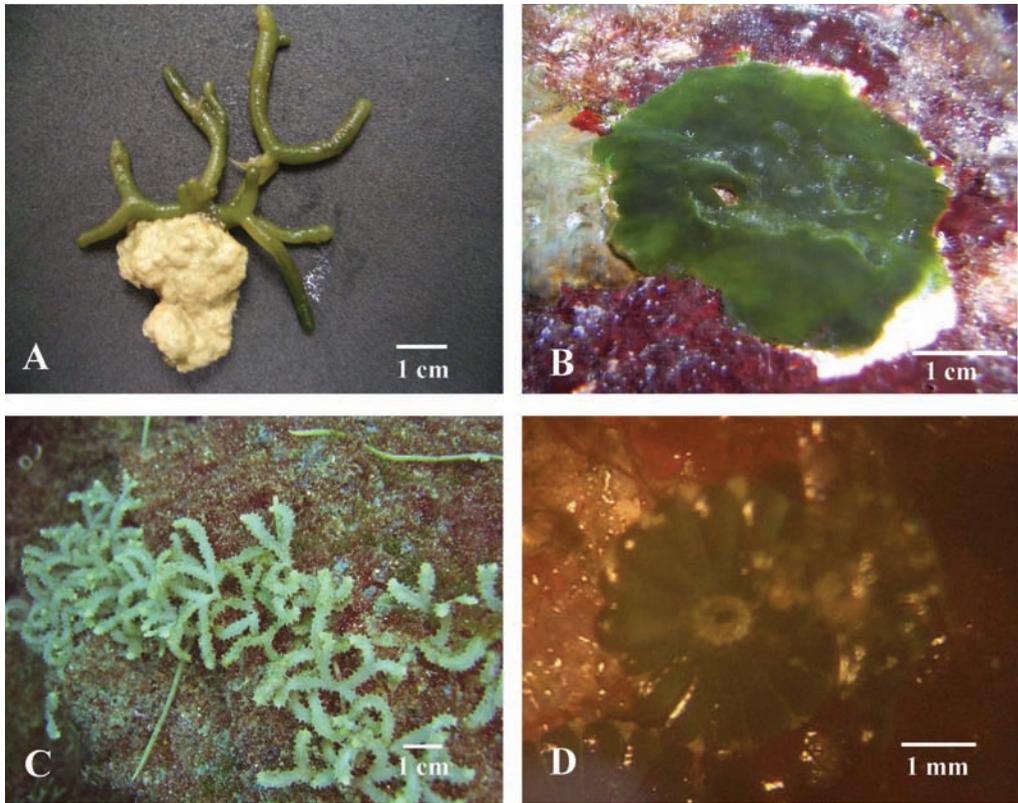


Fig. 2. Informes nuevos para la flora marina de la costa Pacífica de Costa Rica. A. *Codium isabelae*, B. *Codium picturatum*, C. *Caulerpa serrulata*, D. *Parvocaulis parvula*.

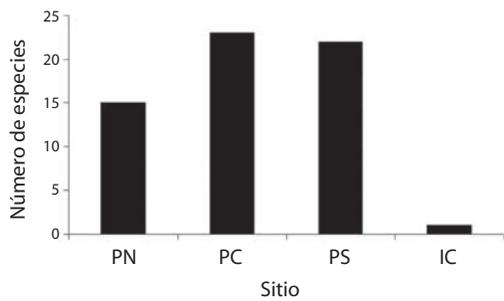


Fig. 3. Número de especies de algas verdes reportadas para la costa Pacífica de Costa Rica. PN: Pacífico norte; PC: Pacífico central; PS: Pacífico sur; IC: Isla del Coco.

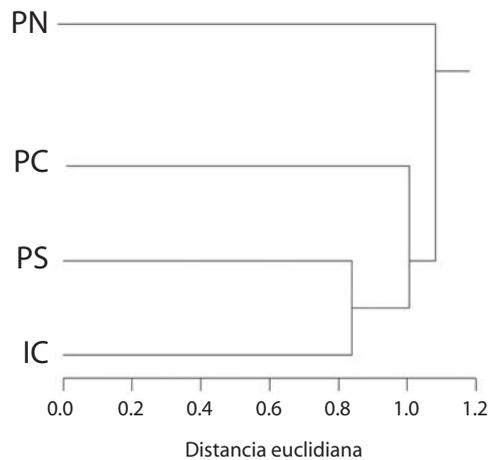


Fig. 4. Dendrograma de unión simple basado en el Índice de similitud Pearson de las especies de algas verdes reportadas en la costa Pacífica de Costa Rica. PN: Pacífico norte; PC: Pacífico central; PS: Pacífico sur; IC: Isla del Coco.

toda la zona hace que la tasa de sedimentación promedio sea baja en comparación con otras zonas (3.03 ± 0.78 mg/cm²/día, Bahía Culebra) (Fernández 2007). En esta zona es muy común observar explosiones de algas de los géneros *Caulerpa*, *Enteromorpha*, *Ulva* y *Cladophora*.

El Pacífico central y el Pacífico sur son más similares (Fig. 4) en cuanto a su composición de especies, ambos sitios se caracterizan por presentar temperaturas poco variables a lo largo del año (en promedio $29.06 \pm 0.72^\circ\text{C}$, Punta Uvita), además en estas zonas desembocan los principales ríos de la costa Pacífica (Río Tempisque, Río Tárcoles y Río Térraba) los cuales aportan gran cantidad de sedimentos a las zonas costeras aledañas (en promedio 44.60 ± 30.5 mg/cm²/día, Punta Uvita) (Alvarado 2006) y hay una menor penetración de la luz en la columna de agua, especialmente en la época lluviosa por el lavado de los suelos.

La flora de clorófitas del Pacífico de Costa Rica ha recibido muy poca atención en los últimos años. Al comparar la información presentada en el trabajo de Wysor (2004) con el presente, observamos un incremento de 27 especies. Tomando en cuenta que el presente estudio se basó principalmente en revisiones de literatura y colecciones de herbario, es evidente que todavía queda mucho por investigar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda en el campo de Jaime Nivia y Davis Morera, así como la recolecta de especímenes a Priscilla Zamora, Odalisca Breedy, y Eleazar Ruiz del CIMAR. Queremos extender un especial agradecimiento a Paul Silva por la corroboración de *Codium isabelae*, al Herbario Nacional de Costa Rica por el acceso a la colección y a Ricardo Soto por facilitarnos mucha de la literatura que se utilizó en este trabajo. Este trabajo fue enriquecido con los comentarios de Olga Tejada.

RESUMEN

Colectas recientes en la costa Pacífica de Costa Rica han incrementado el número de algas verdes marinas reportadas para el país. En este trabajo se presenta una lista actualizada de las algas verdes marinas de la costa Pacífica de Costa Rica, la cual está basada en reportes bibliográficos, revisión de la colección del Herbario Nacional de Costa Rica y colectas recientes, así como datos ecológicos y del hábitat de las diferentes especies. En total se encontraron 38 especies de clorófitas, distribuidos en 16 géneros, 12 familias y seis órdenes. Entre estos se incluyen cinco nuevos registros para la flora marina de Costa Rica: *Codium isabelae*, *Codium picturatum*, *Codium* sp., *Caulerpa serrulata*, y *Parvocaulis parvula*. Se analizan y comparan las diferencias en las características ecológicas del hábitat y distribución de las algas en diferentes sitios, específicamente para el Pacífico norte donde se da un afloramiento y para el Pacífico sur donde no habita este fenómeno y se dan altas tasas de sedimentación.

Palabras clave: Chlorophyta, algas verdes, Pacífico Oriental, Costa Rica, diversidad, macroalgas, *Codium*, *Caulerpa*, *Parvocaulis*.

REFERENCIAS

- Alvarado, J.J. 2006. Factores físico-químicos y biológicos que median en el desarrollo de los arrecifes y comunidades coralinas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico Sur, Costa Rica. Tesis Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Alvarado, J.J., J. Cortés, C. Fernández & J. Nivia. 2005. Comunidades y Arrecifes coralinos del Parque Nacional Marino Ballena, costa del Pacífico de Costa Rica. *Ciencias Marinas* 31: 641-651.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne. 1985. Introduction to the algae. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU.
- Castillo, P., R. Batisa, D. Vanko, E. Malavassi, J. Barqueo & E. Fernández. 1988. Anomalously young volcanoes on hot-spot traces: I. Geology and petrology of Cocos Island. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 100: 1400-1414.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Collado-Vides, L. & D. Robledo. 1999. Morphology and photosynthesis of *Caulerpa* (Chlorophyta) in relation to growth form. *J. Phycol.* 35: 325-330.

- Cortés, J. 1993. Ambientes Marinos, p. 122-128. *In* Plan general de manejo para el Parque Nacional Manuel Antonio. Sondeo ecológico rápido. FUNDEVI, ICT, SPN, UCR. (Mimeografiado).
- Cortés, J. & M.M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 197-202.
- Cortés, J. & C. Jiménez. 2003. Coral and coral Reefs of the Pacific of Costa Rica: history, research and status, p. 361-385. *In* J. Cortés (ed.). *In* Latinamerican Coral reefs. Elsevier Science, Amsterdam, Holanda.
- Dawson, E.Y. 1957. Marine algae from the Pacific Costa Rican Gulfs. *Contributions in Science* 15: 1-28.
- Dawson, E.Y. 1960. New records of marine algae from Pacific Mexico and Central America. *Pac. Nat.* 1: 31-52.
- Dawson, E.Y. 1961. A guide to the literature and distributions of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pac. Sci.* 15: 370-461.
- Dawson, E.Y. 1962. Additions to the marine flora of Costa Rica and Nicaragua. *Pac. Nat.* 13: 375-395.
- Denyer, P. & G. Cárdenas. 2000. Costas marinas, p. 185-218. *In* P. Denyer & S. Kussmaul (eds.). *Geología de Costa Rica*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Dodds, W.K. & D.A. Gudder. 1992. The ecology of *Cladophora*. *J. Phycol.* 28: 415-427.
- Fernández, C. & J. Cortés. 2005. *Caulerpa sertularioides*, a green alga spreading aggressively over coral reef communities in Culebra Bay, North Pacific of Costa Rica. *Coral Reefs* 24: 10.
- Fernández, C. 2007. Propagación del alga *Caulerpa sertularioides* en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Pacífico norte de Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Glynn, P.W., E.M. Druffel & R.B. Dunbar. 1983. A dead Central America coral reef tract: possible link with the Little Ice Age. *J. Mar. Res.* 41: 605-637.
- Gotelli, N.J. & A.M. Ellison. 2004. A primer of ecological statistics. Sinauer Assoc.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1989. Reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. *Mar. Ecol.* 10: 23-41.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs alter the 1982-83 El Niño disturbance. *Rev. Biol. Trop.* 40: 309-324.
- Hillis, L.W., J.A. Engman & W.H. Koistra. 1998. Morphological and molecular phylogenies of *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales) identify three evolutionary lineages. *J. Phycol.* 34: 669-681.
- Jiménez, C.E. 1998. Arrecifes y comunidades coralinas de Bahía Culebra. Pacífico Norte de Costa Rica (Golfo de Papagayo). Tesis Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Lotze, H.K. & W. Schramm. 2000. Ecophysiological traits explain species dominance patterns in macroalgal blooms. *J. Phycol.* 36: 287-295.
- Ramírez, M.E. & B. Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. *Monograf. Biol.* 5: 1-437
- Sibaja-Cordero, J.A. 2005. Distribución vertical de la epifauna en zonas rocosas de entre mareas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Sibaja-Cordero, J.A. & J.A. Vargas-Zamora. 2006. Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 49-67.
- Schnetter, R. & G. Bula. 1982. Algas marinas del litoral Pacífico de Colombia. Gantner, Alemania.
- Soto, R. & M. Bermúdez. 1990. Parque Marino Ballena: Plan de desarrollo. MINAE, San José. 125p.
- Taylor, W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions.
- Tejada-Rivas O.L. 2002. Macroalgas asociadas a raíces de mangle: Costa Pacífica de Costa Rica. Tesis Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Tejada, O.L. 2007. Ecofisiología de macroalgas asociadas a bosques de manglar y su distribución en Centro América. *Rev. Que hacer Científico* 6: 1-8.
- Tsuda, R.T. 1968. Additional Records of marine benthic algae from Costa Rica. *Carib. J. Sci.* 8: 103-104.
- Van den Hoek, C., D.G. Mann & H.M. Jahns. 1998. *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge University, Cambridge, Reino Unido.

Villalobos, C.R. 1980. Algunas consideraciones sobre el efecto de los factores físicos y biológicos en la estructura de una comunidad de algas en el Pacífico de Costa Rica. *Brenesia* 18: 289-300.

Wynne, M.J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hedwigia Beiheft* 129.

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.

REFERENCIAS DE INTERNET

Guiry, M.D. & E. Nic Dhonncha. 2008. *AlgaeBase* versión 2.1. World-wide electronic publication. Univ. Nacional de Irlanda, Irlanda. (Consultada: Enero, 2008; <http://www.algaebase.org>).