

Flora marina del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental

Cindy Fernández^{1, 2}

1. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, San José 11501-2060, Costa Rica; cindyfdez@yahoo.com
2. Asociación MarViva, San José, Costa Rica.

Recibido 26-III-2008. Corregido 09-VI-2008. Aceptado 11-VI-2008.

Abstract: Marine flora of Isla del Coco National Park, Eastern Tropical Pacific. A preliminary description of the marine flora around Cocos Island is presented, with base line information on ecological data to evaluate future long-term changes. Data were collected in two expeditions to Cocos Island (September 2006 and January 2007). The macroalgae were removed with a knife and preserved in a solution of buffered 4% formalin. To determine cover percent three 10 m-transects were sampled at two depths (6 and 15 m), at five sites. A total of 42 morphs were found of which 29 were identified to species level. Ten species belong to Chlorophyta (green algae), including genera with wide distribution, such as *Ulva*, *Cladophora* and *Caulerpa*. Six species belong to the Phaeophyta (brown algae), in two families (Sytosiphonaceae and Dictyotaceae). Rhodophyta (red algae) was the most diverse group of macroalgae at Cocos Island, with 13 species. The macroalgae cover average was $50.7 \pm 27.4\%$ at 6 m and $47.1 \pm 16.1\%$ at 15 m. The algae with greater coverage and greater distribution around the island were *Cladophora* sp., *Dictyota* sp., *Polysiphonia* sp. and the calcareous algae (41% of cover in some sites). Macroalgae represent a large percentage of the benthic reef environments and play important ecological roles. Rev. Biol. Trop. 56 (Suppl. 2): 57-69. Epub 2008 August 29.

Key words: macroalgae, Cocos Island, Isla del Coco, Eastern Tropical Pacific, Costa Rica, diversity, distribution.

La Isla del Coco es la única isla oceánica de Centroamérica y se encuentra a 500 km de la costa Pacífica de Costa Rica (Cortés 2008). Ahí existen arrecifes coralinos y otros ambientes marinos de gran valor (Guzmán & Cortés 1992, 2007). La riqueza biológica marina de la Isla del Coco es legendaria; sin embargo la flora marina de este lugar ha sido muy poco estudiada.

En Costa Rica los estudios sobre macroalgas marinas se han consistido principalmente a listados taxonómicos, aunque existen unas cuantas publicaciones sobre aspectos ecológicos. La mayor parte de estas investigaciones se han dado en la costa Caribe (Taylor 1933, 1942, 1960, Wellington 1973, 1974, Soto

1983, Kemperman y Stegenga 1983, Soto & Ballantine 1986, Thomas & Freshwater 2001, Fernández & Alvarado 2004, Bernecker 2008) en las cuales se menciona la presencia de alrededor de 350 especies. Mientras que para la costa Pacífica se han reportado alrededor de 170 especies de macroalgas, de las cuales aproximadamente 45 se comparten con el Caribe. En los trabajos del Pacífico se destaca la baja diversidad de algas del Pacífico en comparación con el Caribe, argumentando que este hecho se debe a factores ambientales como cambios drásticos en las mareas y altas temperaturas del agua. Entre 1990-2001, el estudio de las macroalgas marinas en Costa Rica estuvo detenido. Recientemente, Tejada-Rivas

(2002), Fernández y Cortés (2005), Sibaja-Cordero (2005) y Sibaja-Cordero & Vargas-Zamora (2006) hacen referencia a coberturas y datos ecológicos de varias especies de algas en raíces de mangle, ambientes arrecifales y zonas rocosas intermareales, respectivamente. Asimismo, Fernández y Alvarado (2008) en una recopilación de literatura y nuevas recolecciones ampliaron la lista de algas clorófitas del Pacífico de Costa Rica de 39 a 45 especies, presentando nuevos registros, de los cuales uno es para la Isla del Coco.

Para la Isla del Coco, actualmente solo se han reportado dos especies de algas: un alga roja, *Dermatolithon saxicolum* (Corallinaceae) (Setchell & Mason 1943), sin embargo, su estado taxonómico actual no está bien definido, y un alga verde, *Caulerpa serrulata* (Caulerpacae) (Fernández & Alvarado 2008). La carencia de conocimiento de los ambientes marinos y especialmente de la diversidad de algas compromete nuestra capacidad de determinar cambios a lo largo del tiempo.

Así mismo, la falta de especialistas en macroalgas ha provocado un gran vacío y alto desconocimiento de estos recursos en la región, así como en Costa Rica. Este mismo hecho hace pensar que todavía queda mucho por investigar y descubrir. Por lo tanto, un mayor esfuerzo ampliará y actualizará el conocimiento de las algas del Pacífico, su biodiversidad, distribución y afinidades biogeográficas.

El objetivo de este trabajo es presentar una descripción preliminar de las macroalgas marinas alrededor de la Isla del Coco y levantar información de línea base sobre datos ecológicos para evaluar posibles cambios a largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: La Isla del Coco (5°32'N y 87°04'W) se encuentra ubicada a 500 km al suroeste de Costa Rica y a 630 km de las Islas Galápagos, siendo la isla más remota de Costa Rica. Posee un perímetro de 23.3 km, un área de 47 km² y es la única sección que se encuentra sobre el nivel del mar de la Dorsal de Coco

(Fig. 1) (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, 2007). Alrededor de la isla principal están asociados promontorios rocosos o islotes, donde se encuentran formaciones coralinas y rocosas que albergan una gran abundancia de flora y fauna marina.

Riqueza de macroalgas: La recolección de datos se realizó en dos expediciones a la Isla del Coco, del 31 agosto al 10 setiembre 2006 y del 10 al 21 de enero 2007. La recolección de las macroalgas se llevó a cabo en 13 sitios alrededor de la isla principal (Fig. 1) por medio de buceo con tanque. Asimismo, se recolectaron algas intermareales en Bahía Chatham y en Bahía Wafer. 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 prepararon replicas secas. Las muestras serán depositadas en el Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (USJ). 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, Schmetter & Bula-Meyer 1982, Wysor 2004). Finalmente, se realizó un listado que incluye un ordenamiento taxonómico a partir de jerarquías según Guiry y Dhonncha (2008) acompañada de la referencia de la descripción de la especie.

Cobertura: Para determinar el porcentaje de cobertura se marcaron tres transectos permanentes como parte de un monitoreo, en el cual se analizarán cambios a largo plazo. Estos se colocaron paralelos a la línea de costa, con una longitud de 10 m y distanciados uno del



Fig. 1. Ubicación de la Isla del Coco y de los sitios colecta de datos. Los círculos indican sitios de colecta de especímenes y las "x" indican los sitios donde se realizaron las mediciones de cobertura en los transectos.

Fig. 1. Isla del Coco location and collecting sites. Circles = sites where specimens were collected and "x" = sites where algal cover was determined.

otro por 10 m. Esto se llevó a cabo en cinco sitios: Bahía Weston, Bahía Gissler, Punta Ulloa, Punta María e Isla Muela (Fig. 1) y a dos profundidades en cada sitio (6 y 15 m). Cada transecto se recorrió con un cuadrante de 1 m², dividido en subcuadros de 100 cm². En cada cuadrante se estimó la cobertura que corresponde a coral vivo y muerto, macroalgas, arena, roca y otros organismos (Littler & Littler 1985, Rogers *et al.* 1983, 2001). En el caso de las macroalgas se contabilizó por separado la cobertura de Chlorophyta, Phaeophyta y en el caso de las algas rojas se separaron las algas calcáreas costrosas del resto ya que en muchos casos las algas filamentosas crecían sobre estas. La metodología no permitió la identificación y evaluación de cobertura en campo de la

mayoría de las especies ya que estas tienen un tamaño muy pequeño, en estos casos cuando formaban una capa densa de algas filamentosas se les clasificó como tapete ("turf"). El porcentaje de cobertura, por transecto, de cada organismo se obtuvo dividiendo el área de los subcuadros ocupados por el morfotipo, entre el área total de las cuadrículas por 100 (Citrón *et al.* 1994, Rogers *et al.* 2001).

Para el análisis estadístico se calcularon promedios y desviaciones estándar de los porcentajes de cobertura por profundidad y entre los cinco sitios para obtener un promedio de los sitios muestreados. Se realizaron pruebas no paramétricas de varianza de Kruskal Wallis para determinar diferencias de cobertura entre profundidades y entre sitios, debido

a que los datos no se ajustaron a una distribución normal.

Perfil vertical: Se realizó un perfil transversal a la línea de costa de 100 m de largo, en Bahía Weston (Fig. 1). Este transecto siguió un gradiente de profundidad entre 3 m y 10 m. El cual fue recorrido con un cuadrante de 50x50 cm², cada 5 metros en la línea del transecto (total 21 cuadrantes). En cada cuadrante se tomó la profundidad y se estimó la cobertura que corresponde a coral vivo y muerto, macroalgas, arena, roca y otros organismos (Littler & Littler 1985, Rogers *et al.* 1983, 2001). En el caso de las macroalgas se contabilizó por separado la cobertura de Chlorophyta, Phaeophyta y en el caso de las algas rojas se separaron las algas calcáreas costrosas del resto ya que en muchos casos las algas filamentosas

crecían sobre estas. El porcentaje de cobertura, por transecto, de cada organismo se obtuvo dividiendo el área de los subcuadros ocupados por el morfotipo, entre el área total de las cuadrículas por 100 (Citrón *et al.* 1994, Rogers *et al.* 2001). Se graficó el perfil del sustrato y se presenta la cobertura de los principales organismos en ámbitos de 20 metros del transecto.

RESULTADOS

Riqueza de macroalgas: En total se recolectaron 42 morfotipos de algas alrededor de la Isla del Coco, de las cuales se ha logrado identificar 29 especies hasta el momento. De estas, 10 pertenecen a la División Chlorophyta (Fig. 2) que corresponden a seis géneros, seis familias y cuatro órdenes. Seis especies

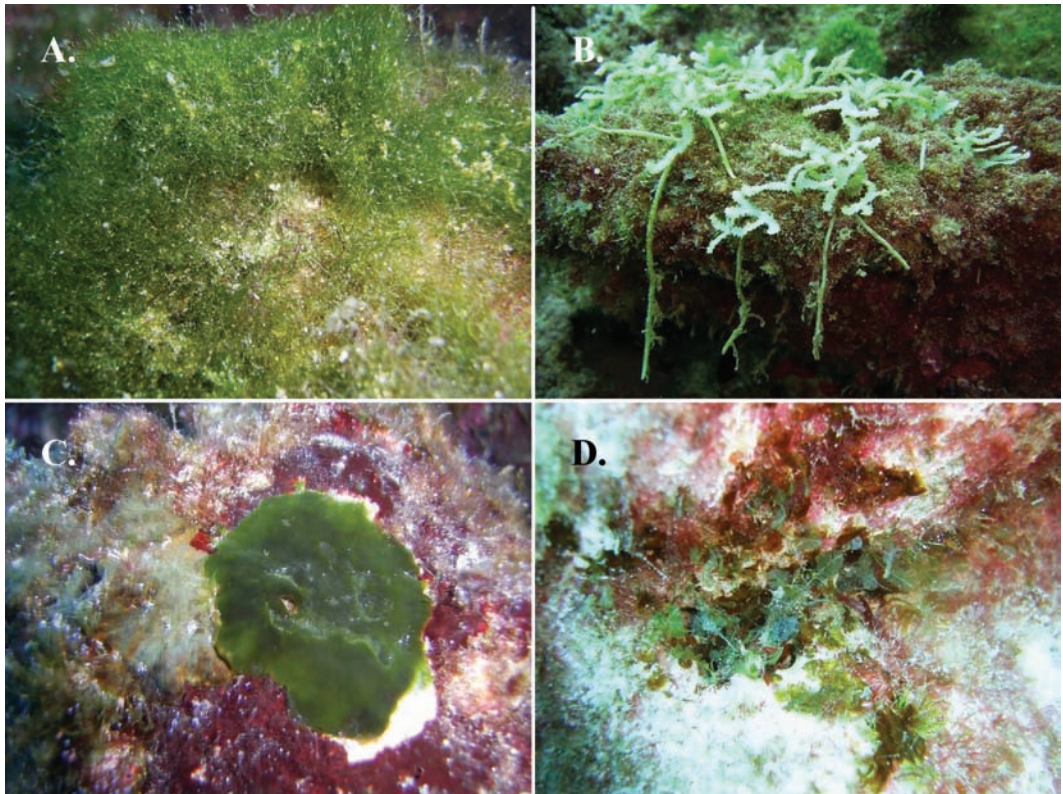


Fig. 2. Algas verdes de la Isla del Coco. A) *Cladophora* sp., B) *Caulerpa serrulata*, C) *Codium picturatum*, D) *Bryopsis pennata*.

Fig. 2. Green algae of Isla del Coco. A) *Cladophora* sp., B) *Caulerpa serrulata*, C) *Codium picturatum*, D) *Bryopsis pennata*.

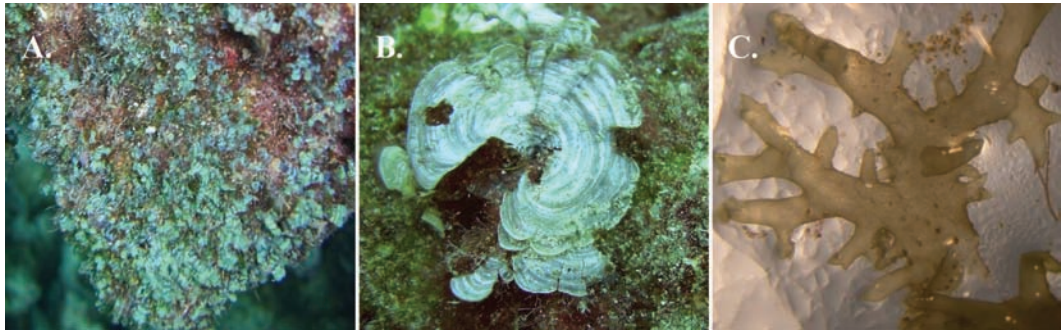


Fig. 3. Algas pardas de la Isla del Coco. A) *Dictyota* sp., B) *Padina crispata*, C) *Rosenvingea intricata*.

Fig. 3. Brown algae of Isla del Coco. A) *Dictyota* sp., B) *Padina crispata*, C) *Rosenvingea intricata*.

pertenecen a la clase Phaeophyta, (Fig. 3) en cinco géneros, dos familias y dos órdenes. Para la División Rhodophyta (Fig. 4) se identificaron 13 especies, en 12 géneros, nueve familias y siete órdenes (Cuadro 1). Hay una gran diversidad de algas pertenecientes a la División Cyanophyta que aún no ha sido posible identificar. Asimismo, se observaron seis morfotipos de algas calcáreas costrosas con amplia distribución desde los 3 m hasta 50 m de profundidad.

Cobertura: En los sitios estudiados, las macroalgas cubren en promedio un $50.7 \pm 27.4\%$ a 6 m de profundidad y $47.1 \pm 16.1\%$ a 15 m de profundidad, cubriendo una gran parte del arrecife. No se encontraron diferencias significativas en la cobertura de macroalgas entre los sitios ($KW=1.990$, $p>0.05$, $gl=4$) ni entre profundidades ($KW=0.220$, $p>0.05$, $gl=1$). Las algas con mayor cobertura y mayor distribución alrededor de la isla fueron *Cladophora* sp., *Dictyota* sp., *Polysiphonia* sp. y las algas calcáreas costrosas (Cuadro 1, Figs. 2, 4, 5). La mayor parte del sustrato en los sitios arrecifales están cubiertos por “turf”, el cual es una combinación de algas pequeñas rojas (*Polysiphonia*, *Ceramium*, *Gelidium*), verdes (*Cladophora*, *Bryopsis*, *Derbesia*) y pardas (*Dictyota*). A 15 m, en cambio, el “turf” fue escaso o estuvo ausente.

Las algas calcáreas costrosas conforman un componente muy importante en los arrecifes de la

Isla del Coco. En promedio para todos los sitios cubren un $10.1 \pm 16.3\%$, y en algunos sitios llegan a cubrir hasta un 25% del sustrato. Muchas veces se encuentran con epífitos filamentosos y con reclutas de coral. Asimismo, en algunos sitios de la isla se observan mantos de rodolitos cubriendo varias hectáreas de sustrato (Fig. 4).

Perfil vertical: En total se observaron 13 géneros de macroalgas en la zona muestreada. Los géneros que presentaron mayor cobertura a lo largo del transecto de 100 m fueron: *Cladophora* sp. y *Polysiphonia* sp. (Figs. 2, 4) y las algas calcáreas costrosas. Las dos primeras se distribuyen ampliamente a lo largo de las profundidades, mientras que las algas calcáreas mostraron una mayor dominancia entre los 4 y 8 m de profundidad (Fig. 6).

DISCUSIÓN

Las macroalgas constituyen una parte muy importante en las interacciones del ecosistema marino. Como productores primarios, inician las cadenas tróficas en estos ambientes y sus praderas albergan una gran diversidad de animales asociados, que no solo utilizan las algas como alimento, sino también como refugio y criadero de jóvenes de una gran cantidad de especies. Entre estos organismos podemos encontrar moluscos, cangrejos, poliquetos, equinodermos y peces (Connell 1978).

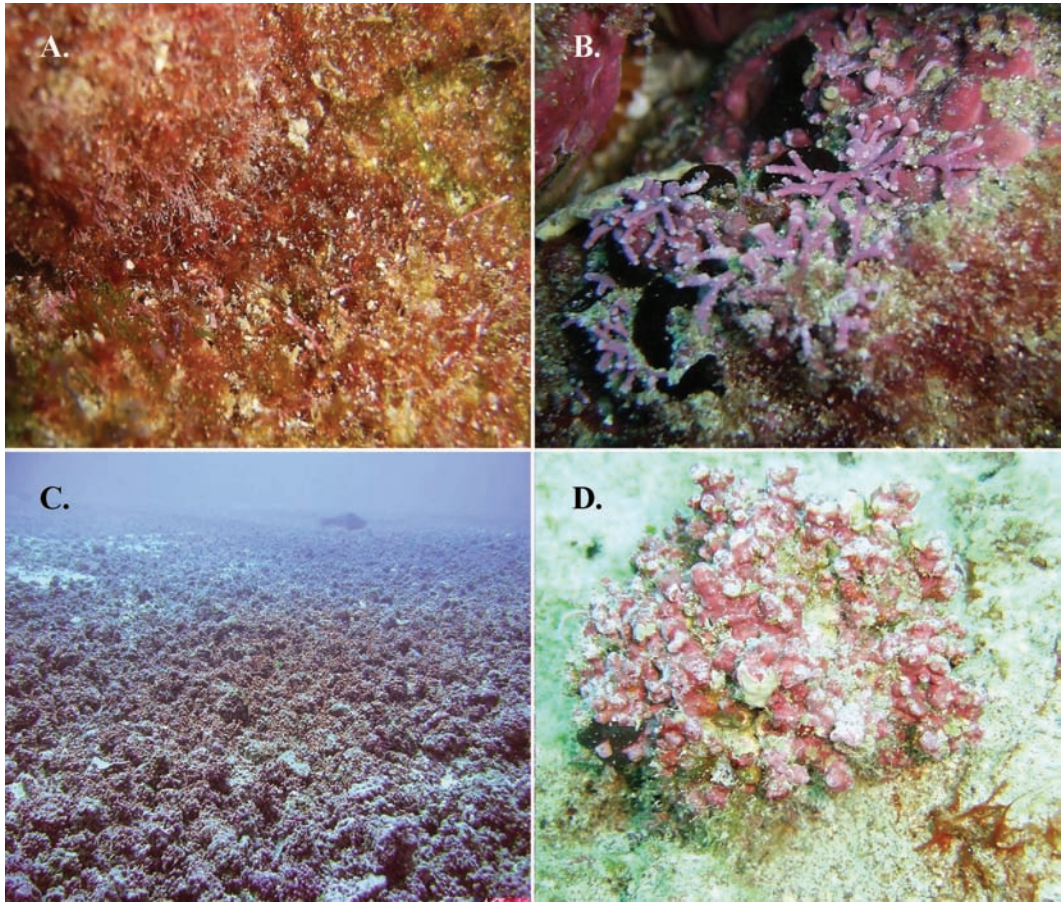


Fig. 4. Algas rojas de la Isla del Coco. A) *Polysiphonia* sp., B) *Amphiroa* sp., C) mantos de rodolitos, D) detalle de rodolito.

Fig. 4. Red algae of Isla del Coco. A) *Polysiphonia* sp., B) *Amphiroa* sp., C) rodolith bed, D) detail of rodolith.

En las zonas tropicales, las macroalgas juegan un papel importante en los arrecifes coralinos y rocosos, tanto saludables como degradados, ya que su abundancia y composición van a ser críticas en la ecología, estética y valor económico del ambiente arrecifal (McCook 1999). Asimismo, éstas pueden contribuir significativamente a la formación del arrecife y a la producción de arena; formando parte de un ecosistema muy sensible. Dependiendo de la composición de la flora marina, así variaría también la fauna asociada (Littler & Littler 1994). Otro factor importante es la competencia entre corales escleractíneos y macroalgas, el cual es un proceso crítico que

en muchos casos determina la abundancia de ambos grupos en los arrecifes, especialmente durante la degradación de estos ambientes por varios factores como la sobrepesca (McCook 2001). Adicionalmente, las macroalgas responden rápidamente a cambios en las condiciones del ambiente, funcionando como indicadores de otros procesos en desarrollo.

El conocimiento que se posee sobre el grupo de algas para las islas del Pacífico Tropical Oriental se encuentra en sus primeras etapas y es muy escaso. Para las Islas Galápagos, Garske (2002) realizó una recopilación de literatura y revisión de material de herbarios donde contabiliza un total de 316 especies. Para las

CUADRO 1

Lista preliminar de especies de macroalgas del Parque Nacional Isla del Coco

TABLE 1

Preliminary list of macroalgae species of Isla del Coco National Park

	Especie	Observaciones
División CHLOROPHYTA		
Orden ULVALES		
Familia Ulvaceae	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus, 1753	Intermareal, común en pozas sobre rocas en las bahías de Chatham y Wafer.
Orden CLADOPHORALES		
Familia Cladophoraceae	<i>Cladophora panamensis</i> W.R. Taylor, 1945	Intermareal, común sobre rocas en las bahías de Chatham y Wafer.
	<i>Cladophora</i> sp.	Submareal. Especie con mayor cobertura y distribución en la isla. Desde los 2 hasta 30 m de profundidad. Entremezclada con otras algas. Forma parches amplios y muy densos.
Orden BRYOPSIDALES		
Familia Bryopsidaceae	<i>Derbesia</i> cf. <i>marina</i> (Lyngbye) Solier, 1846	Submareal. Alga poco común desde los 6 hasta 15 m de profundidad. Entremezclada con otras algas, formando parte del "turf".
	<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamouroux, 1809	Submareal. Sobre rocas hasta 17 m de profundidad, epífito en otras algas.
Familia Codiaceae	<i>Codium picturatum</i> F.F. Pedroche et P.C. Silva, 1996	Submareal. Entre 0.5 y 6 m de profundidad, sustrato rocoso y sobre algas calcáreas. Incrustante capa delgada de 2 mm de espesor. Masas amorfas verde oscuro.
Familia Caulerpaceae	<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh, 1873	Submareal. Sobre rocas y coral muerto de la especie <i>Porites lobata</i> hasta los 15 m de profundidad.
	<i>Caulerpa peltata</i> J.V. Lamouroux, 1809	Submareal. Sobre sustratos rocosos, en pozas intermareales hasta 17 m de profundidad.
	<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) J. Agardh, 1837	Submareal. Hasta 20 m de profundidad en sustrato rocoso.

CUADRO 1 (Continuación)
 Lista preliminar de especies de macroalgas del Parque Nacional Isla del Coco

TABLE 1 (Continued)
 Preliminary list of macroalgae species of Isla del Coco National Park

	Especie	Observaciones
Orden DASYCLADALES		
Familia Dasycladaceae	<i>Acetabularia parvula</i> Solms-Laubach, 1895	Sobre rocas y conchas del caracol <i>Strombus galeatus</i> , de 3 hasta 6 m de profundidad.
División OCHROPHYTA - Clase PHAEOPHYTA		
Orden SCYTOSIPHONALES		
Familia Scytosiphonaceae	<i>Rosenvingea intricata</i> (J. Agardh) Børgesen, 1914	Submareal. Hasta 8 m de profundidad en sustratos rocosos. Entremezclada con <i>Dictyota</i> principalmente.
Orden DICTYOTALES		
Familia Dictyotaceae	<i>Lobophora variegata</i> (J.V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira, 1977	Submareal. Hasta 17 m de profundidad sobre sustratos rocosos. Coloniza sitios que han sido limpiados por erizos.
	<i>Dictyota stolonifera</i> Dawson, 1962	Submareal. Forma parte del "turf". Entremezclada con <i>Dictyota</i> sobre sustratos rocosos.
	<i>Dictyota</i> sp.	Submareal. Hasta 40 m de profundidad. Muy abundante alrededor de toda la isla.
	<i>Padina crispata</i> Thivy, 1945	Submareal. Poco común. Sobre sustratos rocosos hasta 8 m de profundidades. Talos muy pequeños y con pocas frondas.
	<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V. Lamouroux, 1809	Submareal. Forma parte del "turf". Entremezclada con <i>Dictyota</i> sobre sustratos rocosos. Poco común.
División RHODOPHYTA		
Orden CORALLINALES		
Familia Corallinaceae	<i>Amphiroa</i> sp.	Submareal. Muy abundante sobre sustratos rocosos y coral muerto. Hasta 17 m de profundidad.
	<i>Amphiroa</i> cf. <i>minutissima</i> W.R. Taylor, 1945	Submareal. Sobre sustratos rocosos y coral muerto. Entremezclada con otras algas. Forma parte del "turf".
	<i>Jania</i> sp.	Submareal. Sobre sustratos rocosos y coral muerto. Entremezclada con otras algas. Forma parte del "turf".

CUADRO 1 (Continuación)
Lista preliminar de especies de macroalgas del Parque Nacional Isla del Coco

TABLE 1 (Continued)
Preliminary list of macroalgae species of Isla del Coco National Park

Familia	Especie	Observaciones
	<i>Corallina</i> sp.	Submareal. Sobre sustratos rocosos y coral muerto. Entremezclada con otras algas. Forma parte del "turf".
	<i>Dermatholithon saxicolum</i> (M. Lemoine) Setchell & L.R. Mason, 1943	Reporte de 1943. Su estatus taxonómico aún no esta bien definido.
Familia Hapalidaceae	<i>Lithothamnion</i> sp.	Submareal. Muy abundante, sobre sustratos rocosos y coral muerto. Coloniza sitios que han sido limpiados por erizos. Hasta 30 m de profundidad.
Orden GELIDIALES		
Familia Gelidiaceae	<i>Gelidium</i> sp.	Submareal. Entremezclada con otras algas. Forma parte del "turf". Muy común.
Orden HILDENBRANDIALES		
Familia Hildenbrandiaceae	<i>Hildenbrandia</i> sp.	Submareal. Muy abundante. Sobre sustratos rocosos y coral muerto. Coloniza sitios que han sido limpiados por erizos. Hasta 20 m de profundidad.
Orden NEMALIALES		
Familia Galaxauraceae	<i>Galaxaura filamentosa</i> R. Chou, 1945	Submareal. Poco común. Talos solitarios sobre sustrato rocoso. Hasta 8 m de profundidad.
Orden GIGARTINALES		
Familia Peyssonneliaceae	<i>Peyssonnelia rubra</i> J.G. Agardh, 1851	Submareal. Muy abundante Sobre sustratos rocosos y coral muerto. Coloniza sitios que han sido limpiados por erizos. Hasta 20 m de profundidad.
Orden CERAMIALES		
Familia Ceramiaceae	<i>Ceramium</i> sp.	Submareal. Entremezclada con otras algas. Forma parches amplios y muy densos.
Familia Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia cf. mollis</i> W.H. Harvey, 1847	Submareal. Muy abundante entre 4 y 8 m. Forma parches amplios y muy densos. Entremezclada con otras algas. Forma parte del "turf".
Orden GRACILARIALES		
Familia Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i> sp.	Submareal. Sobre arena a 12 m de profundidad. Talo en forma de látigo. Poco común.

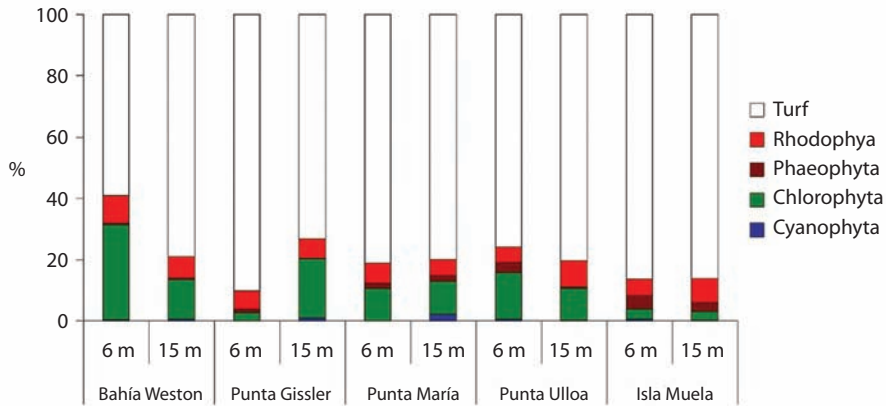


Fig. 5. Porcentaje de cobertura promedio (3 transectos) de las macroalgas de cinco sitios con arrecife del Parque Nacional Isla del Coco.

Fig. 5. Average percent cover (3 transects) of macroalgae at five sites with reefs at Isla del Coco National Park.

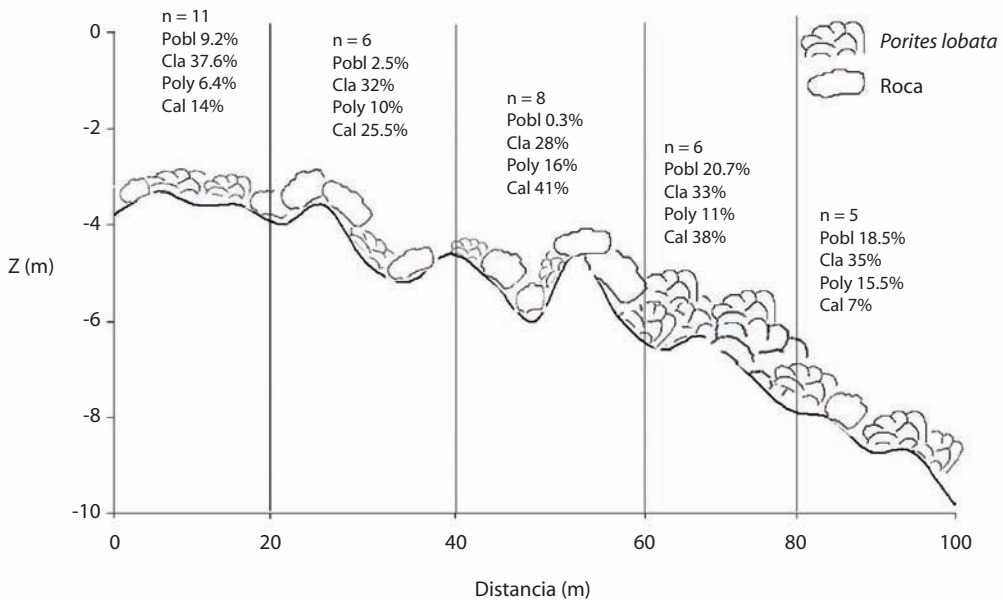


Fig. 6. Perfil vertical sinóptico de la cobertura (%) de coral y algas por ámbito de distancia en Bahía Weston, Isla del Coco, septiembre 2006, Z = profundidad, n = número total de géneros de macroalgas, Pobl = *Porites lobata*, Cla = *Cladophora* sp., Poly = *Polysiphonia* sp., Cal = algas calcáreas.

Fig. 6. Synoptic vertical profile of coral and algal cover (%) by depth range at Bahía Weston, Isla del Coco, September 2006, Z = depth, n = number of genera of macroalgae, Pobl = *Porites lobata*, Cla = *Cladophora* sp., Poly = *Polysiphonia* sp., Cal = calcareous algae.

Islas Revillagigedo se han contabilizado un total de 214 especies (CONANP-SEMARNAT 2004). Ambos trabajos son taxonómicos y se limitan a la descripción o listados de especies. Para la Isla Malpelo en Colombia, actualmente no existen trabajos con recopilaciones de estos grupos de organismos.

El número de especies de la isla del Coco comparado con otras islas y áreas de Centroamericano y Costa Rica, es muy bajo. Pero, posiblemente aumente el número de especies con el incremento en la recolección y con la identificación de las morfoespecies aún no identificadas; con posteriores estudios se podrán hacer comparaciones reales a nivel regional. Para la Isla del Coco destaca una flora con varios especímenes que aún no han podido identificarse, lo que hace suponer que hay una flora marina muy específica para esta isla y que aún hay mucho trabajo por realizar.

Los especímenes identificados de la División Chlorophyta o algas verdes, están representadas por géneros ampliamente distribuidos como *Ulva*, *Cladophora* y *Caulerpa*. Destaca con interés la presencia de *Caulerpa serrulata* que no ha sido reportada para las zonas costeras de Costa Rica. El primer reporte de esta especie en el Pacífico Tropical fue realizado por Wysor (2004) en la Isla Cebaco, Golfo de Panamá. Convirtiéndose éste en el segundo reporte de esta especie para el Pacífico Oriental. Asimismo, se destaca la falta de un género muy común en zonas tropicales como lo es *Halimeda*, lo cual también se observó en las Islas Galápagos (Garske 2002).

Las algas pardas identificadas en este estudio, se concentran en dos familias Sytosiphonaceae y Dictyotaceae. Esta última es la familia más conspicua y dominante en los arrecifes de la Isla del Coco. El éxito de estas algas está ligado a su capacidad de evitar el pastoreo de herbívoros, por lo que compiten con corales y otros organismos benthicos sésiles por espacio y luz (De Clerck *et al.* 2006).

Finalmente, la División Rhodophyta o algas rojas, constituyen el grupo más diverso de macroalgas de la Isla del Coco y es el grupo con más número de especies sin identificación.

Destaca con mayor número de especies la familia Corallinaceae, la cual también es una de las familias que presentan mayores retos para la identificación. A nivel mundial está constituida por múltiples especies, todas fuertemente calcificadas y muy comunes en las regiones tropicales. Estos organismos juegan un papel especialmente importante en los arrecifes, contribuyendo en la formación de arena, productos carbonatados y en general en la consolidación del arrecife (Hoek van den *et al.* 1998).

A nivel mundial el estudio de algas marinas es de gran interés, ya que en muchos lugares se han reportado cambios en las comunidades de algas, asociados a aumentos en la cobertura o desaparición de las mismas, relacionados con procesos de eutroficación o por sobrepesca de especies herbívoras claves (Viejo 1997, Fabricius & De'ath 2005, Hughes *et al.* 2007). Se sabe muy poco de cómo aportan las macroalgas a los ecosistemas de la Isla del Coco; sin embargo éstas conforman un gran porcentaje del bentos en los ambientes arrecifales, asegurando su relevancia ecológica.

Es de suma importancia continuar con la identificación adecuada de las especies de esta zona, ya que los avances en ecología dependen en gran parte de la capacidad de reconocer las especies. Una vez identificadas las especies, será de utilidad cuantificar las variaciones estacionales, así como la relación con otros grupos benthicos. De particular interés, la relación con los erizos *Diadema mexicanum* ya que estos se observaron podando constantemente las camas de algas y posiblemente evitando la competencia con los corales.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo no se hubiera podido realizar sin la ayuda de campo de Mariana Vera (Fundación Charles Darwin), Odalisca Breedy (CIMAR) y la tripulación del MV Proteus. Asimismo, agradezco a Jeffry Sibaja por la recolección de especímenes en las zonas intermareales. Quiero extender un especial agradecimiento a Jorge Cortés por la invitación a ser parte del equipo de investigadores de

estas expediciones y finalmente a la Asociación MarViva y Conservación Internacional que financiaron parte de este proyecto. Este manuscrito fue enriquecido con los comentarios de Jorge Cortés, Carlos Candelaria y un revisor anónimo.

RESUMEN

Se presenta una descripción preliminar de la flora marina alrededor de la Isla del Coco como base para evaluar cambios a largo plazo. La recolección de datos se realizó en dos expediciones (setiembre 2006 y enero 2007). Las algas fueron removidas por medio de una cuchilla y preservadas en una solución amortiguada de formalina al 4%. Para determinar el porcentaje de cobertura se realizaron tres transectos de 10 m de longitud a dos profundidades (6 y 15 m), en cinco sitios. En total se identificaron 29 especies de macroalgas, de las cuales 10 pertenecen a la División Chlorophyta, representada por géneros ampliamente distribuidos como *Ulva*, *Cladophora* y *Caulerpa*. Seis especies pertenecen a la Clase Phaeophyta, en dos familias Sytosiphonaceae y Dictyotaceae. La División Rhodophyta constituyó el grupo más diverso de macroalgas de la Isla del Coco con un total de 13 especies. Las macroalgas cubren en promedio $50.7 \pm 27.4\%$ a 6 m y $47.1 \pm 16.1\%$ a 15 m del sustrato. Las algas con mayor cobertura y mayor distribución alrededor de la isla fueron *Cladophora* sp., *Dictyota* sp., *Polysiphonia* sp. y las algas calcáreas (41% de cobertura en algunos sitios). Las macroalgas conforman un gran porcentaje del bentos en los ambientes arrecifales, asegurando su relevancia ecológica.

Palabras clave: macroalgas, Isla del Coco, Pacífico Tropical Oriental, Costa Rica, diversidad, distribución.

REFERENCIAS

Abbott, I.A. & G.J. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford, California. 827 p.

Bernacker, A. 2008. Marine benthic algae. In: I.S. Wehrmann & J. Cortés (eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86, Springer Verlag, Berlin. En prensa.

Castillo, P., R. Batisa, D. Vanko, E. Malavassi, J. Barquero & E. Fernández. 1998. Anomalous young volcanoes on hot-spot traces: I. Geology and petrology of Cocos Island. Geol. Soc. Amer. Bull. 100: 1400-1414.

Cintrón, G., J.R. García & F. Galdes. 1994. Manual de métodos para la caracterización de arrecifes de coral. WWF, Washington, D.C. 67 p.

CONANP-SEMARNAT. 2004. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. CONANP, México. 220 p.

Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302-1310.

Dawson, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. Allan Hancock Pac. Exped. 3: 31-77.

Dawson, E.Y. 1950. Notes on Pacific Coast marine algae IV. Amer. J. Bot. 37:149- 158.

Dawson, E.Y. 1957. Marine algae from the Pacific Costa Rican gulfs. Los Angeles County Mus. Contr. Sci. 15: 1-28.

Dawson, E.Y. 1960. New records of marine algae from Pacific México and Central America. Pac. Nat. 1: 163-169.

Dawson, E.Y. 1962. Additions to the marine flora of Costa Rica and Nicaragua. Pac. Nat. 3: 375-395.

De Clerck, O., F. Leliaert, H. Verbruggen, C.E. Lane, J. Campos De Paula, D.A. Payo & E. Coppejans. 2006. A revised classification of the Dictyotaceae (Dictyotales, Phaeophyta) based on rbcL and 26S ribosomal DNA sequence analyses. J. Phycol. 42: 1271-1288.

Fabricius, K.E. & G. De'ath. 2005. Identifying ecological change and its causes: a case study on coral reefs. Ecol. Appl. 14: 1448-1465.

Fernández, C. & J.J. Alvarado. 2004. El arrecife coralino de Punta Cocles, costa Caribe de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 121-129.

Fernández, C & J.J. Alvarado. 2008. Chlorophyta de la costa Pacífica de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. (Supl.): En prensa.

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.

Garske, L.E. 2002. Macroalgas marinas, p. 419-432. In E. Danut & G.J. Edgar (eds). Reserva Marina de Galápagos. Línea base de la biodiversidad. Fundación Charles Darwin, Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

Guiry, M.D. & E. Nic Dhonncha. 2008. AlgaeBase versión 2.1., World-wide electronic publication. Univ. Nacional Irlanda, Galway. <http://www.algaebase.org>. Consultada el 1 de marzo 2008.

Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. Rev. Biol. Trop. 40: 309-324.

- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 2007. Reef recovery 20-yr after the 1982-83 El Niño massive mortality. *Mar. Biol.* 151: 401-411.
- Hoek, C. van den, D.G. Mann & H.M. Jahns. 1998. *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Reino Unido. 627 p.
- Hollenberg, G.J. 1968. Phycological Notes III: New records of marine algae from the central tropical Pacific Ocean. *Brittonia* 20: 74-82.
- Kemperman, T.C.M. & H. Stegenga. 1983. A new *Caulerpa* species (Caulerpaceae, Chlorophyta) from the Caribbean side of Costa Rica, C.A. *Acta Bot. Neerl.* 32: 271-275.
- Littler, M.M. & D.S. Littler. 1985. *Handbook of Phycological Methods*. Cambridge Univ. Press, Nueva York. 617 p.
- Littler, M.M. & D.S. Littler. 1994. Tropical reefs as complex habitats for diverse macroalgae, p. 72-75. *In* C.S. Lobban & P.J. Harrison. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge Univ. Press, Nueva York.
- McCook, L.J. 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reefs. *Coral Reefs* 18: 357-367.
- McCook, L.J. 2001. Competition between corals and algal "turf"s along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 19: 419-425.
- Rogers, C.S., M. Gilnack & C. Fitz. 1983. Monitoring of coral reefs with linear transects: a study of storm damage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 66: 285-300.
- Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, Z.M. Hillis & M.A. Franke. 2001. Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico occidental. TNC, WWF, Islas Vírgenes. 70 p.
- Setchell, W.A. & L.R. Mason. 1943. New or little known crustacean corallines from Pacific North America. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 29: 92-97.
- Schmitter, R. & G. Bula-Meyer. 1982. *Algas marinas del litoral Pacífico de Colombia*. Gantner Verlag K.G., Berlin, Alemania. 287 p.
- Sibaja-Cordero, J.A. 2005. Distribución vertical de la epifauna en zonas rocosas de entremareas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis Licenciatura, Univ. de Costa Rica, San José, Costa Rica. 83 p.
- 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.
- Soto, R. 1983. Nuevos informes para la flora bentónica marina de Costa Rica. *Brenesia* 21: 365 - 370.
- Soto, R. & D.L. Ballantine. 1986. La flora bentónica marina del Caribe de Costa Rica (notas preliminares). *Brenesia* 25-26: 123-126.
- Soto, R. & M. Bermúdez. 1990. *Parque Marino Ballena: Plan de Manejo y Desarrollo*. San José, Costa Rica. 120 p.
- Taylor, W.R. 1933. Notes on algae from the tropical Atlantic Ocean. II. *Papers Mich. Acad. Sci. Arts & Lett.* 17:395-407.
- Taylor, W.R. 1942. Caribbean Marine Algae of the Allan Hancock Expedition, 1939. *Rep. Allan Hancock Atlant. Exped.* 2: 193 p.
- Taylor, W.R. 1945. Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pac. Exped.* 12: 1-528.
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. Univ. Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. 870 p.
- Tejada-Rivas, O.L. 2002. Macroalgas asociadas a raíces de mangle: Costa Pacífica de Costa Rica. Tesis Maestría, Univ. de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 62 p.
- Thomas, D.T. & D.W. Freshwater. 2001. Studies of Costa Rican Gelidiales (Rhodophyta): four Caribbean taxa including *Pterocliadiella beachii* sp. nov. *Phycologia* 40: 340-350.
- Tsuda, R.T. 1968. Additional records of marine benthic algae from Costa Rica. *Car. J. Sci.* 8: 103-104.
- Viejo, R.M. 1997. The effects of colonization by *Sargassum muticum* on tidepool macroalgal assemblages. *J. Mar. Biol. Asso. UK* 77: 325-340.
- Villalobos, C. 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.
- Wellington, G.M. 1973. Additions to the Atlantic benthic flora of Costa Rica. *Brenesia* 2: 17-20.
- Wellington, G.M. 1974. The benthic flora of Punta Cahuita: Annotated list of species with additions to the Costa Rican Atlantic flora. *Brenesia* 3: 19-30.
- 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 Hedwig.* 78: 209-241.

