



Original Article/Artículo Original

Inventory and taxonomic diversity of macroalgae from the coast of Jalisco, México

Inventario y diversidad taxonómica de las macroalgas de la costa de Jalisco, México

Enciso-Padilla, I.¹, Ríos-Jara, E.¹, Esqueda-González, M.C.¹.

¹Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco, México 45110.

Cite this paper/Como citar este artículo: Enciso-Padilla, I., Ríos-Jara, E., Esqueda-González, M.C. (2019). Inventory and taxonomic diversity of macroalgae from the coast of Jalisco, México. *Revista Bio Ciencias* 6, e656. doi: <https://doi.org/10.15741/rebio.06.e656>



ABSTRACT

This study integrates an updated inventory based on previous and new information on the composition and distribution of the macroalgae of the Jalisco coast, obtained from three main sources: 1) Herbarium data, 2) Bibliographic information, and 3) Collection of specimens from different sites distributed along the coastline of this region performed between 2000 and 2018. All records were incorporated in 19 sites and included in a total of 263 species of three divisions, Chlorophyta (44 species), Ochrophyta (52) and Rhodophyta (167). The list of species was updated and ordered according to the registers of each site, including two new records: *Solieria filiformis* and *Piropya raulagularii*. Also, a high ecological rarity (incidence) was documented with the 38 % of unique species (recorded only in one locality) and 21 % of duplicate species (in two sites). The Rhodophyta had the highest rarity (29 % unique and 13 % duplicate).

The sampling effort was evaluated with species accumulation curves using non parametric estimators taking into

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: January 29th 2019

Accepted/Aceptado: June 8th 2019

Available on line/Publicado: June 10th 2019

*Corresponding Author:

María del Carmen Esqueda González: Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco, México 45110. E-mail: carmen.esqueda@academicos.udg.mx. Tel.: (01) 33 37 77 11 50 ext 33164 Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

RESUMEN

Este estudio integra un inventario actualizado basado en información previa y nueva sobre la composición y distribución de las macroalgas de la costa de Jalisco, obtenida de tres fuentes principales: 1) Datos de herbario, 2) Información bibliográfica y 3) Recolección de especímenes de diferentes localidades distribuidas a lo largo del litoral de esta región, realizadas entre 2000 y 2018. Todos los registros se incorporaron de 19 localidades y se incluyeron en un total de 263 especies de tres divisiones, Chlorophyta (44 especies), Ochrophyta (52) y Rhodophyta (167). La lista de especies se actualizó y ordenó de acuerdo con los registros de cada localidad, incluidos dos registros nuevos: *Solieria filiformis* y *Piropya raulagularii*. Además, se documentó una alta rareza ecológica (incidencia) con el 38 % de las especies únicas (registradas solo en una localidad) y el 21 % de las especies duplicadas (en dos localidades). Las especies de Rhodophyta tuvieron la mayor rareza (29 % únicas y 13 % duplicadas).

El esfuerzo de muestreo se evaluó con curvas de acumulación de especies utilizando estimadores no paramétricos teniendo en cuenta tanto las algas recolectadas durante la presente investigación como todos

consideration both the algae collected during the present research and all the historic records (herbarium and bibliographic data) from the intertidal, and the shallow and deeper subtidal environments of all sites. All curves tend to be asymptotic with a mean sampling efficiency of 70 %, compared to an expected maximum number of species of 475.

A taxonomic distinctness analysis using records of presence-absence of all the species, allowed to recognize the contribution of each locality to the taxonomic diversity of the coast of Jalisco. The largest number of species was found in sites of the center and northern coastline: Chamela Bay (105), Tenacatita (86), Puerto Vallarta (84) and Careyes (71). Together, the southern sites (Tenacatita, La Manzanilla, El Tamarindo, Cuastecomates, Melaque and Barra de Navidad) had the larger contribution to all taxonomic categories, from species to orders; while only Puerto Vallarta in the north, and Chamela and Careyes in the center, had a good taxonomic representation. The contribution of the coast of Jalisco to the overall inventory of macroalgae species from the tropical Mexican Pacific is 69 %, which highlights the importance of this region to the diversity of macroalgae of Mexico.

KEY WORDS

Mexican marine algae, species list, distribution, Jalisco, taxonomic distinctness

Introduction

Phycological inventories include taxonomic, ecologic and biogeographic information of species of algae, and are indispensable to recognize the biodiversity of a given region. These inventories are the result of the analysis and the integration of new and previous information, which allows comprehensive evaluations of past and current data that constitute an excellent tool to identify short and long term changes in the ecosystems (González, 1992; Huisman *et al.*, 1998; Giangrande, 2003). Information obtained from herbaria and the revisions of bibliographic references are critical sources of data for evaluations of the biodiversity and conservation of the macroalgal flora from a certain region. These data provide an opportunity to review the state of knowledge and to examine how this knowledge of has been built over time in terms of the number of sites sampled and the number of species recognized, and to

los registros históricos (herbarios y datos bibliográficos) de la zona intermareal, submareal somero y profundo de todas las localidades. Todas las curvas tienden a ser asintóticas con una eficiencia de muestreo promedio del 70 % en comparación con el número máximo esperado de especies de 475.

Se realizó un análisis de distinción taxonómica utilizando registros de presencia-ausencia de todas las especies el cual permitió reconocer la contribución de cada localidad a la diversidad taxonómica de la costa de Jalisco. El mayor número de especies se encontró en las localidades del centro y norte de la costa: Bahía de Chamela (105), Tenacatita (86), Puerto Vallarta (84) y Careyes (71). En conjunto, las localidades de la costa sur (Tenacatita, La Manzanilla, El Tamarindo, Cuastecomates, Melaque y Barra de Navidad) tuvieron la mayor contribución para todas las categorías taxonómicas, desde especies hasta órdenes, mientras que solo Puerto Vallarta en el norte, y Chamela y Careyes en el centro, tuvieron una buena representación taxonómica. La contribución de la costa de Jalisco al inventario general de especies de macroalgas del Pacífico tropical mexicano es del 69 %, lo que resalta la importancia de esta región para la diversidad de macroalgas de México.

PALABRAS CLAVE

Algas marinas mexicanas, lista de especies, distribución, Jalisco, distinción taxonómica.

Introducción

Los inventarios ficológicos incluyen información taxonómica, ecológica y biogeográfica de especies de algas, y son indispensables para reconocer la biodiversidad de una región determinada. Estos inventarios son el resultado del análisis y la integración de información nueva y anterior, que permite evaluaciones exhaustivas de datos pasados y actuales que constituyen una herramienta excelente para identificar cambios a corto y largo plazo en los ecosistemas (González-González, 1992; Huisman *et al.*, 1998; Giangrande, 2003). La información obtenida de los herbarios y las revisiones de las referencias bibliográficas son fuentes de datos fundamentales para las evaluaciones de la biodiversidad y la conservación de la flora macroalgal de una determinada región. Estos datos brindan la oportunidad de revisar el estado del conocimiento y examinar cómo este conocimiento se ha ido construyendo a lo largo del tiempo en términos del número de localidades muestreadas y el número de especies reconocidas, y para

identify where there are gaps in the current inventories as far as numbers of specimens per taxon, as well as with respect to geographical and seasonal coverage (Nelson et al., 2013). Additionally, a reliable evaluation requires the taxonomic update of the species involved in order to serve as a reference for future research in the same region and to make comparisons with other regions (Serviere-Zaragoza, 1993; Candelaria-Silva, 1996; León, 1996). For this, it is always necessary to know if the sampling effort is sufficient to have a reliable inventory taking into account the rarity of the species (Ceshia et al., 2007; Capetillo et al., 2015).

The diversity has been evaluated using the taxonomic distinctness indices (Warwick & Clarke, 1995), which allows to know the variability in the composition of the different taxonomic hierarchies including the class, order, family, genus and species levels. Taxonomic distinctness is a univariate (bio) diversity index which, in its simplest form, calculates the average "distance" between all pairs of different assemblages of species; it attempts to capture phylogenetic diversity rather than simple richness of species and is more closely linked to functional diversity; it is robust to variation in sampling effort because it utilizes only simple species lists based on presence/absence data (Clarke & Warwick, 1999). In addition, according to Mistri et al. (2000), the integration and use of historic data gathered from bibliographic revisions and scientific collections that contain only presence-absence records are often used to recognize the diversity, in contrast to other indexes because the taxonomic differentiation could use independent data from different sources and it is less reliant on the sampling effort (Heino, 2005).

The taxonomic diversity indices have been used to compare different environments (e.g. marine and freshwater) (Terlizzi et al., 2005; Heino et al., 2007), regions and latitudes (e.g. polar, temperate and tropical) (Conlan et al., 2004; Miranda et al., 2005; Nicholas & Trueman, 2005; Włodarska-Kowalczyk et al., 2005; Leonard et al., 2006), being also a useful tool for assessing diversity among different sites of a certain region. Recently, these indices were used to evaluate the taxonomic diversity of different marine groups of different regions of Mexican Pacific including stony corals (Reyes-Bonilla et al., 2013), echinoderms (Ríos-Jara et al., 2013), bivalves (Esqueda-González et al., 2014) and fishes (Barjau-González et al., 2012;

identificar dónde hay vacíos en los inventarios actuales como en cuanto al número de especímenes por taxón, y con respecto a la cobertura geográfica y estacional (Nelson et al., 2013). Además, una evaluación confiable requiere la actualización taxonómica de las especies involucradas para servir como referencia para futuras investigaciones en la misma región y para hacer comparaciones con otras regiones (Serviere-Zaragoza, 1993; Candelaria-Silva, 1996; León, 1996). Para esto, siempre es necesario saber si el esfuerzo de muestreo es suficiente para tener un inventario confiable tomando en cuenta la rareza de la especie (Ceshia et al., 2007; Capetillo et al., 2015).

La diversidad ha sido evaluada utilizando los índices de distinción taxonómica (Warwick & Clarke, 1995), que permiten conocer la variabilidad en la composición de las diferentes jerarquías taxonómicas, incluyendo los niveles de clase, orden, familia, género y especie. La distinción taxonómica es un índice univariado de (bio) diversidad el cual, en su forma más simple, calcula la "distancia" promedio entre todos los pares de diferentes conjuntos de especies; intenta capturar la diversidad filogenética en lugar de la simple riqueza de especies y está más estrechamente vinculada a la diversidad funcional; es robusto a la variación en el esfuerzo de muestreo porque utiliza únicamente listas simples de especies basadas en registros de presencia/ausencia (Clarke & Warwick, 1999). Además, de acuerdo a Mistri et al., (2000), la integración y el uso de datos históricos recopilados a partir de revisiones bibliográficas y colecciones científicas que contienen solo registros de presencia-ausencia se utilizan a menudo para reconocer la diversidad, en contraste con otros índices debido a que la diferenciación taxonómica puede utilizar datos independientes de diferentes fuentes y depender menos del esfuerzo de muestreo (Heino, 2005).

Los índices de diversidad taxonómica han sido utilizados para comparar diferentes ambientes (e.g. marinos y de agua dulce) (Terlizzi et al., 2005; Heino et al., 2007), regiones y latitudes (e.g. polar, templada y tropical) (Conlan et al., 2004, Miranda et al., 2005, Nicholas & Trueman, 2005, Włodarska-Kowalczyk et al., 2005, Leonard et al., 2006), siendo también una herramienta útil para evaluar la diversidad entre diferentes localidades de una cierta región. Recientemente, estos índices se utilizaron para evaluar la diversidad taxonómica de diferentes grupos marinos de diferentes regiones del Pacífico mexicano, incluidos los corales duros (Reyes-Bonilla et al., 2013), equinodermos (Ríos-Jara et al., 2013), bivalvos (Esqueda-González et al., 2014) y peces (Barjau-González et al., 2012; Herrera-Valdivia et al., 2016). Sin embargo, las evaluaciones de la estructura de

Herrera-Valdivia *et al.*, 2016). However, evaluations of the structure of macroalgae communities using the taxonomic distinctness to measure the variability of the biodiversity among sites by using differences between hierarchical levels are scarce (e.g. Price *et al.*, 2006; Tonetto *et al.*, 2016).

The tropical Mexican Pacific is one of the regions with the greatest diversity of macroalgae species in the western America (Mendoza-González & Mateo-Cid, 1998). However, previous studies are restricted to very specific taxa (Carballo *et al.*, 2002; Senties & Dreckmann, 2014; Lopez *et al.*, 2017), or to adjacent subtropical regions of the Gulf of California (Reyna & Rodriguez, 1996; Serviere-Zaragoza *et al.*, 2003; Aguilar-Rosas *et al.*, 2010; Castañeda-Fernandez de Lara *et al.*, 2010; Mora-Valdes & Riosmena-Rodriguez, 2016; Cossete *et al.*, 2016).

The coast of Jalisco comprise an extensive region of approximately 350 km located in the central part of the Mexican tropical Pacific, and includes a great marine biodiversity in a variety of representative tropical habitats such as rocky and sandy beaches, coral and rocky reefs, estuaries and coastal lagoons with mangrove swamps. The coast of Jalisco has been recognized for its great biodiversity of macroalgae. The first phycological records in Jalisco were those of Dawson (1949). Subsequently, the list of species increased with a series of works performed by Dawson (1951, 1953a, 1953b, 1954, 1960, 1961a, 1961b, 1962, 1963b) and later complemented by Chávez-Barrera (1980), Pedroche & González-González (1981), Enciso-Padilla *et al.* (1995) and Águila-Ramírez *et al.* (1998). In addition, the works of Serviere-Zaragoza *et al.* (1993, 1998), Pedroche *et al.* (2005, 2008) and Rodríguez *et al.* (2008) incorporated new records and range extensions of several species. At that moment, a total of 77 species of marine algae were reported for the coast of Jalisco; in a later work, Mendoza-González *et al.* (2011) updated this inventory to 165 species, this is a 214 % increase in the number of species. Since then, there are no recent inventories that integrate the macroalgal flora of the coast of Jalisco.

The present study describes an up to date taxonomic composition of macroalgae and their distribution in 19 sites of the coast of Jalisco, with an evaluation of the taxonomic categories recorded in each locality using the average Taxonomic Distinctness index (Δ^*) and its variation (Δ^+) in order recognize the contribution of each locality to the taxonomic diversity of this region.

la comunidad de macroalgas utilizando la distinción taxonómica para medir la variabilidad de la biodiversidad entre localidades mediante el uso de diferencias entre niveles jerárquicos son escasas (e.g., Price *et al.*, 2006; Tonetto *et al.*, 2016).

El Pacífico mexicano tropical es una de las regiones con mayor diversidad de especies de macroalgas en el oeste de América (Mendoza-González & Mateo-Cid, 1998). Sin embargo, los estudios anteriores se limitan a taxa muy específicos (Carballo *et al.*, 2002; Senties & Dreckmann, 2014; López *et al.*, 2017) o a regiones subtropicales adyacentes del Golfo de California (Reyna & Rodriguez, 1996; Serviere-Zaragoza *et al.*, 2003; Aguilar-Rosas *et al.*, 2010; Castañeda-Fernandez de Lara *et al.*, 2010; Mora-Valdéz & Riosmena-Rodriguez, 2016; Quinones-Peyro *et al.*, 2016).

La costa de Jalisco comprende una extensa región de aproximadamente 350 km ubicada en la parte central del Pacífico tropical mexicano, e incluye una gran biodiversidad marina en una variedad de hábitats tropicales como playas rocosas y arenosas, arrecifes de coral y rocosos, estuarios y lagunas costeras con manglares. La costa de Jalisco ha sido reconocida por su gran biodiversidad de macroalgas; los primeros registros ficológicos de Jalisco fueron preparados por Dawson (1949). Posteriormente, la lista de especies aumentó con una serie de trabajos realizados por Dawson (1951, 1953a, 1953b, 1954, 1960, 1961a, 1961b, 1962, 1963b) y posteriormente complementados por Chávez-Barrera (1980), Pedroche & González-González (1981), Enciso-Padilla *et al.*, (1995) y Águila-Ramírez *et al.*, (1998). Además, las obras de Serviere-Zaragoza *et al.*, (1993, 1998), Pedroche *et al.*, (2005, 2008) y Rodríguez *et al.*, (2008), incorporaron nuevos registros y rangos de extensión de varias especies. Hasta ese momento, se habían reportado un total de 77 especies de algas marinas para la costa de Jalisco, pero en un trabajo posterior, Mendoza-González *et al.*, (2011) actualizaron este inventario a 165 especies, esto es un aumento del 214 % en el número de especies. Desde entonces, no se han reportado inventarios de macroalgas de la costa de Jalisco.

El presente estudio describe una composición taxonómica actualizada de las macroalgas de la costa de Jalisco; la distribución de estas especies en 19 localidades a lo largo de la costa también se documenta con una revisión de su rareza (e.g. especies únicas y duplicadas), y una evaluación de las categorías taxonómicas registradas en cada localidad utilizando el índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y su variación (Δ^+), para reconocer la contribución de cada localidad a la diversidad taxonómica de esta región.

Material and Methods

Study area

The state of Jalisco is located in the central-west area of the Mexican tropical Pacific (19°–21° N, 104°–106° W) and has an approximate coastal extension of 350 km (De la Lanza, 1991). The continental shelf is narrow due to its proximity to the convergent limits between the Cocos and the North America plates. This region exhibit particular oceanographic characteristics due to the circulation patterns originated by the influence of two large main current systems, the California current from the North with temperate waters, and the Equatorial countercurrent from the South with warm waters; these two great currents converge off the coasts of Nayarit and Jalisco and then flow away from the continental mass offshore to the west (Wyrski, 1966). The physiography of most of the coastline of Jalisco is characterized by having bays and open and semi-closed coves, with sandy and rocky beaches with some small islands and islets interspaced with coastal lagoons and estuaries with mangrove swamps; in the central area there is a long sandy strip beach of approximately 50 km interrupted by coastal lagoons and several rocky beaches. Other representative tropical habitats are also present along the coastline such as coral and rocky reefs. This combination of marine environments produces a great heterogeneity that influences the structure and composition of the algae communities.

The information on macroalgae records of the coast of Jalisco was integrated from three sources:

Herbarium records

The macroalgal floral of five national herbaria was compiled: a) MEXU (*Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México); b) FCME, (*Facultad de Ciencias*, Universidad Nacional Autónoma de México); c) ENCB (*Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Instituto Politécnico Nacional); d) GUADA (Universidad Autónoma de Guadalajara); and e) IBUG (*Instituto de Botánica*, Universidad de Guadalajara). A revision of material collected from the coast of Jalisco was performed in each herbarium, recording the following information: scientific name, date of collection, locality and environmental variables (intertidal level, type of substrate).

Material y Métodos

Área de estudio

El estado de Jalisco se ubica en la zona centro-oeste del Pacífico tropical mexicano (19°–21°N, 104°–106°O) y tiene un litoral de aproximadamente 350 km de extensión (De la Lanza, 1991). La plataforma continental es estrecha a lo largo de línea de costa debido a los límites convergentes entre las placas de América del Norte y de Cocos. Esta región presenta características oceanográficas particulares debido a los patrones de circulación originados por la influencia de dos grandes sistemas de corrientes, la corriente de California, del norte, con aguas templadas, y la contracorriente ecuatorial del sur, con aguas cálidas; estas dos grandes corrientes convergen en las costas de Nayarit y Jalisco y luego fluyen lejos del continente hacia el oeste (Wyrski, 1966). La fisiografía de la mayor parte de la costa de Jalisco se caracteriza por tener bahías y caletas abiertas y semicerradas, con orillas arenosas y rocosas con algunas islas pequeñas e islotes intercalados con lagunas costeras y estuarios con manglares; en la zona central hay una larga playa de arena de aproximadamente 50 km interrumpida por lagunas costeras y algunas playas rocosas. Otros hábitats tropicales representativos también están presentes a lo largo de la costa, como los arrecifes de coral y rocosos. Esta combinación de ambientes marinos produce una gran heterogeneidad ambiental que influye en la composición y distribución de las comunidades de algas.

La información sobre las macroalgas utilizadas en el presente trabajo se integró a partir de tres fuentes principales:

Registros de herbario

Se compilaron registros de la flora macroalgal de cinco herbarios nacionales: a) MEXU (Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México); b) FCME (Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México); c) ENCB (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional); d) GUADA (Universidad Autónoma de Guadalajara); y e) IBUG (Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara). Se realizó una revisión de todo el material recolectado en la costa de Jalisco en cada herbario, y se documentó la siguiente información: nombre científico, fecha de recolección, localidad y variables ambientales (nivel intermareal, tipo de sustrato).

Bibliographic information

An exhaustive research of publications containing reports of species and their supra-specific categories was performed with the aim of integrating and systematizing the information on species of marine algae that have been reported in the coast of Jalisco. The research of documentary information included the revision of printed editions (books, journals, catalogs), together with the consultation of databases of both multidisciplinary and specialized electronic publications (for example ISI Web, EBSCO, ProQUEST). The use of the combination of key words (i.e. inventories, listings, distribution, macroalgae, phycoflora, algae, Jalisco) was used to refine the search depending on the language of the publication.

Información bibliográfica

Se realizó una investigación exhaustiva de publicaciones que contienen reportes de especies y sus categorías supraespecíficas con el objetivo de integrar y sistematizar la información sobre especies de algas marinas que se han reportado en la costa de Jalisco. El análisis de la información documental incluyó ediciones impresas (libros, revistas, catálogos), junto con bases de datos de publicaciones electrónicas multidisciplinares y especializadas (por ejemplo, ISI Web, EBSCO, ProQUEST). El uso de una combinación de palabras clave (es decir, inventarios, listados, distribución, macroalgas, fícoflora, algas, Jalisco) se utilizó para refinar la búsqueda según el idioma de las publicaciones.

Collection of specimens

Sampling campaigns in 19 sites distributed along the coast of Jalisco were performed throughout all months of the year from 2000 to 2018 (19 years) (Figure 1). However, the most intensive collections

Recolecta de especímenes

Se realizaron campañas de muestreo en 19 localidades distribuidas a lo largo de la costa de Jalisco (Figura 1) durante todos los meses del año, desde 2000 hasta 2018 (19 años). Sin embargo, las recolectas más intensivas fueron de marzo

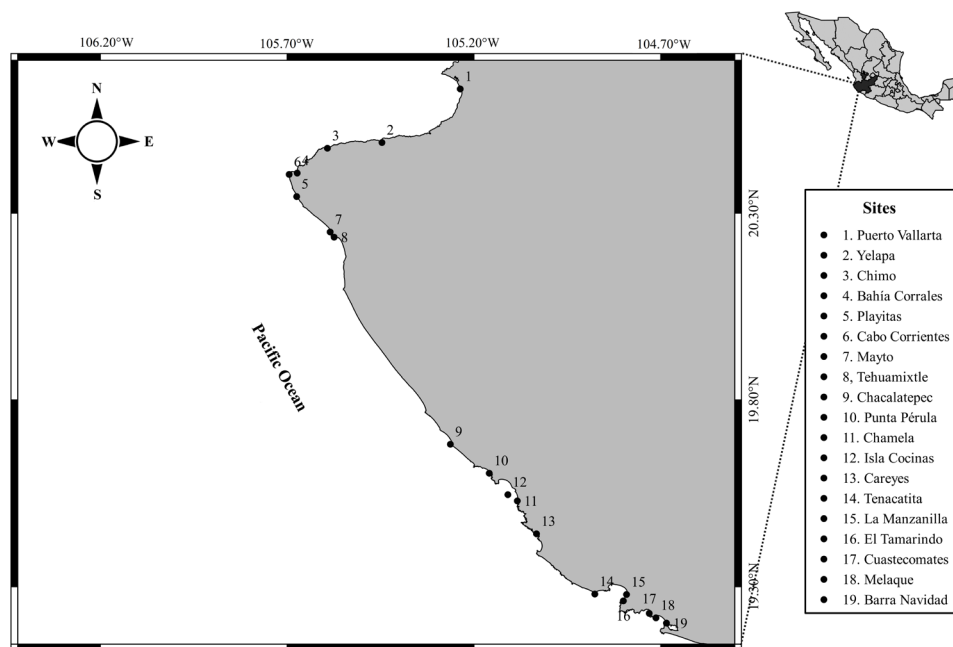


Figura 1. Área de estudio y localidades de recolecta en la costa de Jalisco, México.

Figure 1. Study area and sampling locations in the coast of Jalisco, Mexico.

were performed from March to June, during the dry season; and from September to November, during the rainy season. Collections were done along the intertidal and shallow subtidal zones (<10 m deep). Freediving (snorkel) was performed during direct collections in shallow waters (< 3 m) while SCUBA diving in deeper areas (<15 m depth). Environmental data such as wave exposure, depth, specific habitat (intertidal pool, current canal, rocky platform or cliff) and the type of substrate was associated to each specimen.

The algae collected were deposited in properly labeled plastic bags with seawater and then transported to the Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) of the Departamento de Ecología of the Universidad de Guadalajara (UdeG). One part of the samples was herborized and the other preserved in a 4 % solution of formaldehyde and seawater. Histological analysis was performed with the latter specimens for taxonomic determination, together with examination of external and internal morphology and reproductive characteristics with the aid of an optic and a stereoscope microscope. Taxonomic keys were used together with specialized bibliography such as Dawson (1944, 1947, 1953a, 1960, 1961a, 1961b, 1962), Taylor (1960), Abbott & Hollenberg (1976) and Norris and Johansen (1981), and the consultation of the database of the webpage AlgaeBase (2018). Herborized specimens were deposited in the Macroalgae collection of the Laboratorio de Ecología Molecular, Microbiología and Taxonomía (LEMITAX) of the Departamento de Ecología (UdeG).

Data Analysis

A database that compiles the composition and distribution of algae species from the coast of Jalisco was completed with an inventory of species obtained from herbaria records, documentary analysis and the collections from all sites. New macroalgae records were recognized using historic data and from new collections.

To perform the sampling effort and the Taxonomic Distinctness analysis, all the historic information and the new data from collections were grouped in 19 different sites of the north, center and south zones of Jalisco. These sites are more or less equidistant and representative of the coastal habitats of the Mexican tropical Pacific.

a junio, que abarcan la estación de secas, y de septiembre a noviembre en la temporada de lluvias. Las recolectas se realizaron a lo largo de las zonas intermareales, submareales y someras (<10 m de profundidad). El buceo libre (snorkel) se utilizó durante recolecciones directas en aguas poco profundas (<3 m), mientras que el buceo SCUBA se implementó en áreas más profundas (<15 m). Los datos ambientales, como la exposición al oleaje, la profundidad, el hábitat específico (poza intermareal, canal de corriente, la plataforma rocosa o el acantilado) y el tipo de sustrato se asociaron a cada espécimen.

Las algas recolectadas se depositaron en bolsas de plástico con agua de mar debidamente etiquetadas y luego se transportaron al Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) del Departamento de Ecología de la Universidad de Guadalajara (UdeG). Una parte de las muestras fue herborizada y la otra se conservó en una solución de formaldehído y agua de mar al 4 %. El análisis histológico para la determinación taxonómica se realizó con estas últimas muestras, junto con exámenes de la morfología externa e interna y las características reproductivas con la ayuda de un microscopio óptico y un estereoscopio. Se utilizaron claves taxonómicas junto con bibliografía especializada como Dawson (1944, 1947, 1953a, 1960, 1961a, 1961b, 1962), Taylor (1960), Abbott & Hollenberg (1976) y Norris & Johansen (1981) y la consulta de la base de datos de la página web AlgaeBase (2018). Los especímenes herborizados se depositaron en la colección de Macroalgas del Laboratorio de Ecología Molecular, Microbiología y Taxonomía (LEMITAX) del Departamento de Ecología (UdeG).

Análisis de datos

Se integró una base de datos que recopila la información acerca de la composición y distribución de las especies de algas de la costa de Jalisco, con un inventario de las especies obtenidas a partir de registros de herbarios, análisis documentales y las colecciones de todas las localidades. Los nuevos registros de macroalgas fueron reconocidos utilizando los datos históricos y las nuevas recolectas.

Para realizar el análisis del esfuerzo de muestreo y la distinción taxonómica, toda la información histórica y los nuevos datos de las recolectas fueron agrupados en 19 localidades diferentes de las zonas norte, centro y sur de Jalisco. Estas localidades son relativamente equidistantes y representan hábitats costeros característicos del Pacífico mexicano tropical.

The sampling effort was evaluated considering the algae collected during sampling campaigns and those of historical records of the 19 selected locations of the coast of Jalisco. Species accumulation curves were done that were built with 10,000 iterations without replacement; the expected richness was calculated using the non-parametric estimators Chao 2, Jackknife 1 and Jackknife 2 by using the software EstimateS V8 (Colwell, 2006).

For the analysis of Taxonomic Distinctness (Clarke & Gorley, 2006) a presence-absence matrix for all the species recorded at 19 selected sites was completed; afterwards, a taxonomic aggregation matrix was integrated with six taxonomic levels: Division, Class, Order, Family, Genera and Species. These categories were weighted according to Warwick & Clarke (1995) in which w1 belong to species from the same genera; w2, species within the same family but different genera; w3, species within the same order but different family, and so on. The average taxonomic distinctness (Δ^+) and its variation (Δ^+) were estimated for each locality.

Results

Sampling effort

All the accumulation curves of species tended towards the asymptote, indicating a good representation of the sampling effort made in the 19 selected sites of Jalisco (Figure 2). The observed species (363) represented between 65 and 74 % of the theoretical number of expected species, with an average value of 70 %. The Jackknife 2 estimator had the highest number of expected species with 403 species and, therefore, the lowest representation (66 %), while Jackknife 1 and Chao 2 had intermediate values of 359 (73 %) and 355 (74 %) expected species, respectively. This due to the high variability in the total number of species recorded and strong differences in species rarity among sites.

A high ecologic rarity (incidence) of the macroalgae was registered in Jalisco. This was evident when a more detailed revision of the observed rarity of the macroalgae species was performed, showing that an important number of species were exclusive of a single site. In fact, a total of 101 species (38 %) were unique (recorded in one site) (e.g. *Asteronema breviarticulatum*, *Sargassum pacificum*, *Chondria*

El esfuerzo de muestreo se evaluó considerando las algas recolectadas durante las campañas de muestreo y las de registros históricos de las 19 localidades seleccionadas de la costa de Jalisco. Las curvas de acumulación de especies fueron construidas con 10,000 iteraciones sin reemplazo; la riqueza esperada de las especies se calculó utilizando los estimadores no paramétricos Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2, con el software ForecastS V8 (Colwell, 2006).

Para el análisis de la Distinción Taxonómica (Clarke & Gorley, 2006) se completó una matriz de presencia-ausencia para todas las especies registradas en las 19 localidades; posteriormente, se integró una matriz de agregación taxonómica con seis niveles taxonómicos: División, Clase, Orden, Familia, Género y Especies. Estas categorías fueron ponderadas de acuerdo a Warwick & Clarke (1995) en las que w1 pertenecen a especies de los mismos géneros; w2, especies dentro de la misma familia pero géneros diferentes; w3, especies dentro del mismo orden pero familia diferente, y así sucesivamente. La distinción taxonómica promedio (Δ^+) y su variación (Δ^+) se estimaron para cada localidad.

Resultados

Esfuerzo de muestreo

Todas las curvas de acumulación de especies tendieron hacia la asíntota, lo que indica una buena representación del esfuerzo de muestreo en las 19 localidades seleccionadas de Jalisco. (Figura 2). Las especies observadas (363) representaron entre 65 y 74 % del número teórico de especies esperadas, con un valor promedio de 70 %. El estimador de Jackknife 2 tuvo el mayor número de especies esperadas con 403 especies y, por lo tanto, la representación más baja (66 %), mientras que Jackknife 1 y Chao 2 tuvieron valores intermedios de 359 (73 %) y 355 (74 %) especies esperadas, respectivamente. Las diferencias en el número esperado de especies se deben a la alta variabilidad de las especies registradas junto con fuertes diferencias en la escasez de especies entre las localidades.

Una alta rareza ecológica (incidencia) de las macroalgas fue registrada en Jalisco. Esto fue evidente cuando se realizó una revisión más detallada de la rareza observada de las especies de macroalgas, revelando que un número importante de especies era exclusivo de una sola localidad. De hecho, un total de 101 especies (38 %) fueron únicas (registradas en una localidad) (por ejemplo, *Asteronema breviarticulatum*,

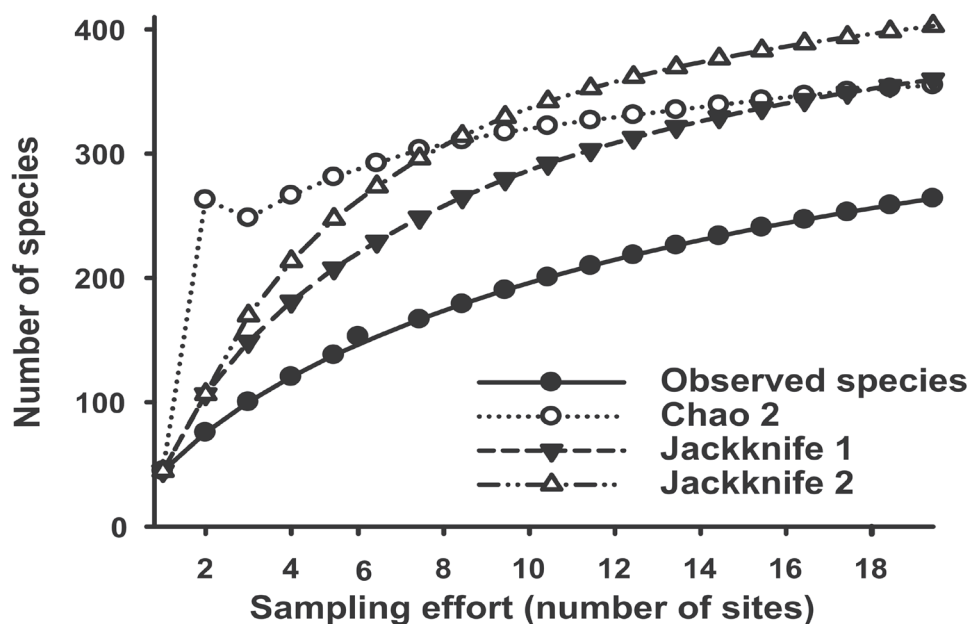


Figure 2. Accumulation curves of observed and expected macroalgae species from the coast of Jalisco, Mexico. The expected curves were estimated with the non-parametric indexes Chao 2, Jackknife 1 and Jackknife 2. The projections were constructed with 10,000 non-replacement iterations.

Figura 2. Curvas de acumulación de especies de macroalgas observadas y esperadas de la costa de Jalisco, México. Las curvas esperadas fueron estimadas con los índices no paramétricos Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2. Las proyecciones fueron construidas con 10,000 iteraciones sin reemplazo.

repens, *Melanothamnus bajacali*, *Gelidium arborescens*, *Amphiroa foliacea*, *Ulva lobata*, *Cladophora sericea*) and, 56 (21 %) were duplicate species (recorded in two sites) (e.g. *Dictyota pinnata*, *Ectocarpus simulans*, *Gracilaria tepocensis*, *Ulva californica*, *Cladophora prolifera*, *Bryopsis corticulans*, *Codium giraffa*, *Chlorodesmis hildebrandtii*). The highest ecological rarity of the species was in the Rhodophyta (29% unique and 13 % duplicate). Also, the highest number of both unique and duplicate species was recorded in Chamela (42), Tenacatita (33), El Tamarindo (27 and Puerto Vallarta (24). In the remaining sites ecological rarity was between 1 and 21 species, with the exception of Punta Pérula with no rare species recorded.

Richness and distribution of species in the coast of Jalisco

The integration of the information gathered from three sources (revision of herbaria material,

Sargassum pacificum, *Chondria repens*, *Melanothamnus bajacali*, *Gelidium arborescens*, *Amphiroa foliacea*, *Ulva lobata*, *Cladophora sericea*), y 56 (21%) fueron especies duplicadas (registrado en dos localidades) (por ejemplo, *Dictyota pinnata*, *Ectocarpus simulans*, *Gracilaria tepocensis*, *Ulva californica*, *Cladophora prolifera*, *Bryopsis corticulans*, *Codium giraffa*, *Chlorodesmis hildebrandtii*). La mayor rareza ecológica de las especies se registró en las Rodophyta (29% únicas y 13% duplicadas). Además, el mayor número de especies tanto únicas como duplicadas estuvieron en Chamela (42), Tenacatita (33), El Tamarindo (27) y Puerto Vallarta (24). En las localidades restantes, la rareza ecológica estuvo entre 1 y 21 especies, con la excepción de Punta Pérula, sin registro de especies raras.

Riqueza y distribución de especies en la costa de Jalisco

La integración de la información recopilada de tres fuentes (revisión de material de herbarios,

documentary information and collections) shows a species richness of 263 macroalgae species for the coast of Jalisco, integrated in 109 genera and 61 families. The list of species is shown in Table 1, the taxonomic arrangement follows that from Silva *et al.* (1996) and complemented by that proposed by Wynne (1986, 2017).

información documental y recolectas) muestra una riqueza de especies de 263 macroalgas para la costa de Jalisco, incluidas en 109 géneros y 61 familias. La lista de especies se muestra en el Tabla 1, la disposición taxonómica de esta lista es de acuerdo a Silva *et al.* (1996), complementada por la propuesta por Wynne (1986, 2017).

Table 1.

Systematic list of macroalgae species and their distribution in 19 sites of the coast of Jalisco. 1=Puerto Vallarta, 2=Yelapa, 3=Chimo, 4=Bahía Corrales, 5=Playitas, 6=Cabo Corrientes, 7=Mayto, 8=Tehuamixtle, 9= Chalacatepec, 10=Punta Pérula, 11=Chamela, 12=Isla Cocinas, 13=Careyes, 14= Tenacatita, 15=La Manzanilla, 16=El Tamarindo, 17=Cuastecomates, 18=Melaque, 19= Barra Navidad. * unique species; ** duplicates species; + new record.

Tabla 1.

Lista sistemática de especies de macroalgas y su distribución en 19 localidades de la costa de Jalisco. 1 = Puerto Vallarta, 2 = Yelapa, 3 = Chimo, 4 = Bahía Corrales, 5 = Playitas, 6 = Cabo Corrientes, 7 = Mayto, 8 = Tehuamixtle, 9 = Chalacatepec, 10 = Punta Pérula, 11 = Chamela, 12 = Isla Cocinas, 13 = Careyes, 14 = Tenacatita, 15 = La Manzanilla, 16 = El Tamarindo, 17 = Cuastecomates, 18 = Melaque, 19 = Barra Navidad. * especies únicas; ** especies duplicadas; + nuevos registros.

DIVISION CHLOROPHYTA

CLASE ULVOPHYCEAE

ORDEN BRYOPSIDALES

Familia Bryopsidaceae

Bryopsis corticulans Setchell 1903 (11, 14) **

Bryopsis galapaguensis W.L.Taylor 1945 (14,16) **

Bryopsis hypnoides J.V. Lamouroux 1809 (6, 9, 11, 18)

Bryopsis pennata var. *minor* J. Agardh 1887 (1, 9, 11, 12, 14, 16, 19) **

=*Bryopsis pennatula* J. Agardh 1847

Derbesia marina (Lyngbye) Solier 1846 (1, 11, 13)

Familia Caulerpaceae

Caulerpa chemnitzia (Esper) J.V.Lamouroux 1809 (11, 13, 14, 15, 16, 17, 19)

=*Caulerpa peltata* J.V. Lamouroux 1809

Caulerpa sertularioides (S.G. Gmelin) Howe 1916 (7, 8, 12, 13, 14)

Familia Codiaceae

Codium dichotomun (Hudson) S. F. Gray 1821 (9, 11, 12, 13, 16)

Codium giraffa Silva 1979 (9, 11) **

Codium isabelae W.R. Taylor 1945 (1, 11, 15, 16) **

= *Codium santamariae* W.R Taylor 1945

Codium picturatum Pedroche et P.C. Silva 1996 (1, 14, 15)

Codium setchelli N.L. Gardner 1919 (11, 12, 15)

Codium simulans Setchell et N.L. Gardner 1924 (1, 2, 16, 17) **

=*Codium cuneatum* Setchell et N.L. Gardner 1924

Familia Halimedaceae

Halimeda discoidea Decaisne 1842 (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16)

Familia Udoteaceae

Chlorodesmis hildebrandtii A. Geep et E. Geep 1911 (11, 14) **

ORDEN CLADOPHORALES

Familia Cladophoraceae

Chaetomorpha antennina (Bory) Kützing 1847 (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)

=*Chaetomorpha media* (C. Agardh) Kützing 1849

Chaetomorpha gracilis Kützing 1845 (19) *

Chaetomorpha linum (Müller) Kützing 1845 (1, 16, 18)

Cladophora albida (Hudson) Kützing 1843 (1) *

Cladophora coelothrix Kützing 1843 (11, 19) *

=*Cladophora repens* Harvey 1849

Cladophora laetiverens (Dillwyn) Kützing 1843 (11, 13, 16)

Cladophora microcladioides Collins 1909 (1, 16) **

Cladophora prolifera (Roth) Kützing 1843 (1, 14) **

Cladophora sericea (Hudson) Kützing 1843 (19) *

Cladophora vagabunda (Linnaeus) van den Hoek 1963 (16, 19) **

Rhizoclonium riparium (Roth) Harvey 1849 (16, 19) **

=*Rhizoclonium kernerii* Stockmayer 1890

ORDEN DASYCLADALES

Familia Polyphysaceae

Parvocaulis parvulus (Solms-Laubach) S. Berger, Fettweiss, Gleissberg, Liddle, U. Richter, Sawitzky et Zucarello 2003 (11, 13, 14)

=*Polyphysa parvula* (Solms-Laubach) Schnetter et Bula-Meyer 1982

ORDEN SIPHONOCLEDALES

Familia Siphonocladaceae

Boodlea composita (Harvey) Brand 1904 (15) *

Phyllocladon anastomosans (Harvey) Kraft et Wynne 1996 (11) *

ORDEN ULVALES

Familia Ulvaceae

Ulva californica Wille 1909 (7, 11) **

Ulva clathrata (Roth) C. Agardh 1811 (16, 17, 19) **

=*Enteromorpha crinita* Nees 1820

Ulva compressa Forsskål 1753 (11, 12, 14, 15, 18)

=*Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Greville 1830

Ulva expansa (Setchell) Setchell et N.L. Gardner 1920 (4, 5, 7, 8, 13, 16)

Ulva fasciata Delile 1914 (1, 6) **

Ulva flexuosa Wulfen 1803 (4, 5, 7, 8, 11, 13, 16, 17, 19)

=*Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh 1883

Ulva intestinalis Linnaeus 1753 (1, 8, 9, 13, 15, 16, 19)

=*Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees 1820

Ulva lactuca Linnaeus 1753 (1, 2, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18)

Ulva linza Linnaeus 1753 (1, 6) **

=*Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh 1883

Ulva lobata (Kützing) Setchell et N.L. Gardner 1920 (13) *

Ulva prolifera O.F. Müller 1778 (1, 6, 11, 16)

=*Enteromorpha prolifera* (Müller) J. Agardh 1883

=*Enteromorpha salina* Kützing 1845

Ulva rigida C. Agardh 1823 (11, 13, 14, 15, 17, 18, 19)

Ulva taeniata (Setchell) Setchell et N.L. Gardner 1920 (6, 8, 11, 13, 14, 16, 18)

=*Ulva dactylifera* Setchell et N.L. Gardner 1920

Familia Ulvellaceae

- Phaeophila dendroides* (P. Crouan et H. Crouan) Batters 1902 (11) *
Ulvella viridis (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly et B.Wysor in R.Nielsen et al. 2013 (19)*
 =*Acrochaete viridis* (Reinke) R.Nielsen 1979

DIVISION OCHROPHYTA

CLASE PHAEOPHYCEAE

ORDEN DICTYOTALES

Familia Dictyotaceae

- Dictyopteris delicatula* J.V. Lamouroux 1809 (14, 15, 16)
Dictyota bartayresiana J.V. Lamouroux 1809 (10, 13, 14)
Dictyota ciliolata Kützing 1859 (10, 11, 13)
Dictyota crenulata J. Agardh 1847 (1, 2, 3, 11, 13, 14, 15, 18)
Dictyota dichotoma (Hudson) J.V. Lamouroux 1809 (8, 10, 12, 16)
Dictyota dichotoma var. *intricata* (C. Agardh) Greville 1830 (13, 14, 17)
Dictyota implexa (Desfontaines) J.V.Lamouroux 1809 (1, 10, 13, 14, 16)
 =*Dictyota divaricata* J.V. Lamouroux 1809
Dictyota flabellata (Collins) Setchell et N.L. Gardner 1924 (17, 18) **
Dictyota friabilis Setchell 1926 (4, 11, 17)
 =*Dictyota pfaffii* Schnetter 1972
Dictyota pinnata (E.Y.Dawson) I.Hörnig, R.Schnetter et Prud'homme van Reine 1993 (11, 13, 17)
 =*Dilophus pinnatus* E.Y. Dawson 1950
Lobophora variegata (J.V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira 1977 (13, 15)

**

- Padina caulescens* (Thivy) W.R. Taylor 1945 (1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19)
Padina concrescens Thivy 1945 (8, 11) **
Padina crispata (Thivy) W.R. Taylor 1945 (1, 2, 4, 9, 11, 13, 15, 17, 18)
Padina durvillaei Bory 1827 (1, 2, 3, 4, 6, 11, 13, 14, 16)
Padina gymnospora (Kützing) Sonder 1871 (1, 2, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)
 =*Padina vickersiae* Hoyt 1920
Padina mexicana E.Y. Dawson 1944 (1, 5, 7, 12, 14)
Padina pavonica J.V. Lamouroux 1816 (8, 17, 18)
Zonaria farlowii Setchell et N.L. Gardner 1924 (2, 10, 11, 12, 13, 17, 18)

ORDEN ECTOCARPALES

Familia Chordariaceae

- Compsonea serpens* Setchell et N.L. Gardner 1922 (1) *
Hecatonema streblonematoides (Setchell et N.L.Gardner) Loiseaux 1970 (1, 11, 15)
 =*Compsonea secundum* Setchell et N.L. Gardner 1922
Hecatonema terminale (Kützing) Kylin 1937 (14) *
Streblonema penetrans Setchell et N.L. Gardner 1922 (18) *

Familia Acinetosporaceae

- Feldmannia mitchelliae* (Harvey) H.-S.Kim 2010 (13, 15, 17, 19)
 =*Hincksia mitchelliae* (Harvey) P.C.Silva 1987
 =*Giffordia mitchelliae* (Harvey) Hamel 1939

Familia Ectocarpaceae

- Ectocarpus parvus* (Saunders) Hollenberg 1971 (1, 11, 18)
Ectocarpus rallsiae Vickers 1905 (13) *
 =*Hincksia rallsiae* (Vickers) P.C.Silva 1987
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye 1819 (11, 14) **
Ectocarpus simulans Setchell et N.L. Gardner 1922 (1, 11) **
Hincksia saundersii (Setchell et N.L. Gardner) P.C.Silva in P.C. Silva, E.G. Meñez et Moe 1987 (16) *

=*Giffordia saundersii* (Setchell et N.L. Gardner) Hollenberg et Abbott 1966

ORDEN FUCALES

Familia Sargassaceae

Sargassum agardhianum Farlow 1889 (1) *

Sargassum alternato-pinnatum Yamada 1942 (1, 2) **

=*Sargassum asymmetricum* E.Y. Dawson 1944

Sargassum brandegeei Setchell et N.L. Gardner 1924 (11) *

Sargassum horridum Setchell et N.L. Gardner 1924 (11) *

Sargassum howellii Setchell 1937 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19)

Sargassum liebmanii J. Agardh 1847 (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)

Sargassum pacificum Bory 1828 (1) *

ORDEN RALFSIALES

Familia Hapalospongiaceae

Hapalospongidion gelatinosum Saunders 1899 (18) *

Familia Neoralfsiaceae

Neoralfsia hancockii (E.Y.Dawson) D.Leon-Alvarez et M.L.Nunez-Reséndiz in Leon-Alvarez et al. 2014 (13, 14, 15)

= *Ralfsia hancockii* E.Y.Dawson 1944

Familia Ralfsiaceae

Ralfsia confusa Hollenberg 1969 (1, 4, 11, 14)

Ralfsia fungiformis (Gunner) Setchell et N.L. Gardner 1924 (11, 18) **

Ralfsia hesperia Setchell et N.L. Gardner 1924 (1, 4, 11, 18)

Ralfsia pacifica Hollenberg 1944 (1, 17, 18)

ORDEN SCYTOSIPHONALES

Familia Chnoosporaceae

Chnoospora minima (Hering) Papenfuss 1956 (1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)

=*Chnoospora pacifica* J. Agardh 1847

Familia Scytosiphonaceae

Colpomenia sinuosa (Roth) Derbés et Solier 1856 (1, 16) **

Petalonia fascia (O.F.Müller) Kuntze 1898 (14) *

=*Ralfsia californica* Setchell et N.L. Gardner 1924

ORDEN SCYTOTHAMNALES

Familia Bachelotiaceae

Bachelotia antillarum (Grunow) Gerloff 1959 (14) *

Familia Asteronemataceae

Asteronema breviarticulatum (J. Agardh) Oriques et Bouzon 2000 (11, 15, 17, 18, 19)*

= *Ectocarpus breviarticulatus* J. Agardh 1847 (11)*

ORDEN SPHACELARIALES

Familia Lithodermateaceae

Pseudolithoderma nigrum Hollenberg 1969 (17) *

Familia Sphacelariaceae

Sphacelaria californica Sauvageau 1925 (1) *

Sphacelaria tribuloides Meneghini 1840 (16) *

=*Sphacelaria mexicana* W.R.Taylor 1945

Sphacelaria novae-hollandiae Sonder 1845 (11, 13) **

Sphacelaria rigidula Kützing 1843 (1, 2, 11, 19)

DIVISION RHODOPHYTA

CLASE BANGIOPHYCEAE

ORDEN BANGIALES

Familia Bangiaceae

Bangia fuscopurpurea (Dillwyn) Lyngbye 1819 (11, 14) **

Piropya raulaguilarii (5)* +

CLASE FLORIDEOPHYCEAE

ORDEN ACROCHAETIALES

Familia Acrochaetiaceae

Acrochaetium hancockii (E.Y.Dawson) Papenfuss 1945 (11, 15) **

Acrochaetium microscopicum (Nägeli ex Kützing) Nægeli 1858 (14, 15) **

ORDEN AHNFELTIALES

Familia Ahnfeltiaceae

Ahnfeltia plicata (Hudson) Fries 1835 (6, 12, 13, 18)

Ahnfeltia svenssonii W.R. Taylor 1945 (1, 2, 6, 11, 13, 14, 15, 17, 18)

ORDEN BONNEMAISONIALES

Familia Bonnemaisoniaceae

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevis 1845 (11, 14) **

ORDEN CERAMIALES

Familia Callithamniaceae

Aglaothamnion endovagum (Setchell et N.L.Gardner) I.A.Abbott 1972 (11) *

=*Callithamnion endovagum* Setchell et N.L.Gardner 1924

Callithamnion rupiculum C.L.Anderson 1894 (11) *

Familia Ceramiaceae

Antithamnionella breviramosa (E.Y. Dawson) Womersley et Bailey 1970 (1) *

Antithamnionella elegans (Berthold) J.H.Price et D.M.John 1986 (14, 19) **

Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne 1846 (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)

Ceramium affine Setchell et N.L. Gardner 1930 (14) *

Ceramium camouii E.Y Dawson 1944 (19) *

Ceramium caudatum Setchell et N.L. Gardner 1924 (14, 16) **

Ceramium hamatispinum E.Y. Dawson 1950 (13, 15, 19)

Ceramium zacaе Setchell et N.L. Gardner 1937 (15, 16, 19)

Gayliella flaccida (Harvey ex Kützing) T.O.Cho et L.J.Mclvor 2008 (1, 4, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)

=*Ceramium flaccidum* (Kützing) Ardissonne 1871

Gayliella fimbriata (Setchell & N.L. Gardner) T.O.Cho et S.M.Boo 2008 (11, 14, 15, 18)

=*Ceramium fimbriatum* Setchell et N.L. Gardner 1924

Gayliella taylorii (E.Y. Dawson) T.O.Cho et S.M.Boo 2008 (5, 8, 11, 12, 13, 14, 15)

=*Ceramium taylorii* E.Y. Dawson 1950

Familia Dasyaceae

Dasya sinicola var. *abyssicola* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson 1963 (11) *

Familia Delesseriaceae

Taenioma perpusillum (J. Agardh) J. Agardh 1848 (11, 15) **

Familia Rhodomelaceae

Bostrychia moritziana (Sonder ex Kützing) J.Agardh 1863 (19) *

Chondria acrorhizophora Setchell et N.L.Gardner 1924 (2, 6, 15, 19)

=*Chondria californica* (Collins) Kylin 1941

Chondria arcuata Hollenberg 1945 (1, 2, 16)

Chondria repens Borgesen 1924 (15) *

Herposiphonia littoralis Hollenberg 1970 (11, 16) **

Herposiphonia secunda (C.Agardh) Ambronn 1880 (16, 17) **

Herposiphonia subdisticha Okamura 1899 (14) *

Herposiphonia tenella (C. Agardh) Ambronn 1880 (1, 2, 11, 16)

Herposiphonia verticillata (Harvey) Kylin 1925 (1) *

Laurencia clarionensis Setchell et N.L. Gardner 1937 (15) *
Laurencia decidua E.Y. Dawson 1954 (11, 13) **
Laurencia gardnerii Hollenberg 1943 (17) *
Laurencia hancockii E.Y. Dawson 1944 (14, 16) **
Laurencia humilis Setchell et N.L. Gardner 1930 (14, 16) **
Laurencia lajolla E.Y. Dawson 1958 (11) *
Melanothamnus bajacali (Hollenberg) Díaz-Tapia et Maggs in Díaz-Tapia et al. 2017 (16) *
 =*Polysiphonia bajacali* Hollenberg 1961
Melanothamnus johnstonii (Setchell et N.L. Gardner) Díaz-Tapia et Maggs in Díaz-Tapia et al. 2017 (14, 16) **
 =*Polysiphonia johnstonii* Setchell et N.L. Gardner 1924
Melanothamnus savatieri (Hariot) Díaz-Tapia et Maggs in Díaz-Tapia et al. 2017 (15) *
 =*Polysiphonia japonica* var. *savatieri* (Hariot) H.Y. Yoon 1986
Melanothamnus simplex (Hollenberg) Díaz-Tapia et Maggs 2017 (1, 14, 15, 17, 18, 19)
 =*Neosiphonia simplex* (Hollenberg) Y.P. Lee 2008
 =*Polysiphonia simplex* Hollenberg 1942
Melanothamnus sphaerocarpus (Borgesen) Díaz-Tapia et Maggs in Díaz-Tapia et al. 2017 (13) *
 =*Neosiphonia sphaerocarpa* (Borgesen) M.S. Kim et I.K. Lee 1999
Murrayellopsis dawsonii Post 1962 (14, 16) **
Osmundea sinicola (Setchell et N.L. Gardner) K.W. Nam 1944 (13) *
Polysiphonia confusa Hollenberg 1961 (14, 16) **
Polysiphonia hendryi N.L. Gardner 1927 (16) *
Polysiphonia mollis Hooker et Harvey 1947 (19) *
Polysiphonia pacifica Hollenberg 1942 (16, 17, 18)
Polysiphonia sertularioides (Grateloup) J. Agardh 1863 (14) *
Polysiphonia subtilissima Montagne 1840 (19) *
Symphocladia dendroidea (Montagne) Savoie et G.W. Saunders 2016 (14, 16) **
 =*Pterosiphonia dendroidea* (Montagne) Falkenberg 1901
Tayloriella dictyurus (J. Agardh) Kylin 1941 (1, 2, 3, 4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17)
 Familia Wrangeliaceae
Anotrichium tenue (C. Agardh) Nägeli 1862 (11) *
Pleonosporium globuliferum Levring 1941 (11) *

ORDEN COLACONEMATALES

Familia Colaconemataceae
Colaconema daviesii (Dillwyn) Stegenga 1985 (1, 2, 15, 19)
 =*Acrochaetium daviesii* (Dillwyn) Nägeli 1862
Colaconema hypneae (Borgesen) A.A. Santos et C.W.N. Moura 2010 (14, 15, 19)
 =*Acrochaetium hypneae* (Borgesen) Borgesen 1915
Colaconema savianum (Meneghini) R. Nielsen 1994 (11, 13, 19)
 =*Acrochaetium savianum* (Meneghini) Nägeli 1862
Grania pectinata (Kylin) Athanasiadis 2016 (14) *
 =*Colaconema pectinatum* (Kylin) J.T. Harper et G.W. Saunders 2002

ORDEN CORALLINALES

Familia Corallinaceae
Amphiroa beauvoisii J.V. Lamouroux 1816 (1, 2, 3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)
 =*Amphiroa drouetii* E.Y. Dawson 1953
 =*Amphiroa mexicana* W.R. Taylor 1945
Amphiroa dimorpha Lemoine 1929 (1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18)
Amphiroa foliacea J.V. Lamouroux 1824 (3) *
Amphiroa franciscana W.R. Taylor 1945 (16) *

- Amphiroa misakiensis* Yendo 1902 (1, 11, 13, 14, 16, 17, 18)
 = *Amphiroa brevianiceps* E.Y.Dawson 1953
Amphiroa polymorpha Lemoine 1929 (1) *
Amphiroa rigida J.V. Lamouroux 1816 (1, 2, 16)
Amphiroa subcylindrica E.Y. Dawson 1946 (18) *
Amphiroa taylorii E.Y. Dawson 1934 (2, 16) **
Amphiroa valonioides Yendo 1902 (1, 13, 18)
Bossiella californica (Decaisne) Silva 1957 (17) *
Crusticorallina muricata (Foslie) P.W.Gabrielson, Martone, K.R.Hind et C.P.Jensen in Hind et al. 2016 (2) *
 = *Lithophyllum lichenare* Mason 1953
Fosliella paschalis (Lemoine) Setchell et N.L. Gardner 1930 (2) *
Hydrolithon farinosum (J.V. Lamouroux) Penrose et Chamberlain 1993 (1, 2, 11, 14)
 = *Fosliella farinosa* (J.V. Lamouroux) Howe 1920
Jania adhaerens J.V. Lamouroux 1816 (1, 2, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19)
Jania capillacea Harvey 1853 (18) *
Jania longiarthra E.Y. Dawson 1949 (11, 16) **
Jania pacifica Areschoug 1852 (1, 2, 3, 4, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19)
 = *Jania mexicana* W.R. Taylor 1945
Jania tenella (Kützting) Grunow 1874 (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)
Jania unguolata f. *brevior* (Yendo) Yendo 1905 (11, 13, 14, 15, 16)
Lithophyllum corallinae (P.Crouan et H. Crouan) Heydrich 1897 (11, 14) **
 = *Titanoderma corallinae* (P.Crouan et H.Crouan) Woelkerling, Y.M. Chamberlain et P.C.Silva 1985
Lithophyllum decussatum (J.Ellis et Solander) Philippi 1837 (17) *
Lithophyllum dispar (Foslie) Foslie 1909 (1, 15, 17)
 = *Tenarea dispar* (Foslie) Adey 1970
Lithophyllum imitans Foslie 1909 (1, 2, 18)
Lithophyllum proboscideum (Foslie) Foslie 1900 (18) *
Lithophyllum stictaeforme (Areschoug) Hauck 1877 (11) *
Melobesia polystromatica E.Y. Dawson 1954 (14) *
Melobesia membranacea (Esper) J.V. Lamouroux 1812 (11, 14) **
Neogoniolithon setchellii (Foslie) Adey 1970 (1) *
Neogoniolithon trichotomum (Heydrich) Setchell et N.L. Gardner 1943 (1, 14) **
 Familia Hydrolithaceae
Pneophyllum fragile Kützting 1843 (13) *
Pneophyllum nicholsii (Setchell et L.R. Mason) P.C.Silva et P.W.Gabrielson 2004 (1, 2, 6)
 = *Heteroderma nicholsii* Setchell et N.L. Gardner 1943
 Familia Lithophyllaceae
Titanoderma pustulatum (J.V.Lamouroux) Nägeli in Nägeli et Cramer 1858 (14, 15) **
 = *Titanoderma pustulatum* var. *confine* (P.Crouan et H.Crouan) Y.M.Chamberlain 1991
 Familia Lithothamniaceae
Phymatolithon lenormandii (Areschoug) Adey 1966 (15) *
 Familia Porolithaceae
Dawsoniolithon conicum (E.Y.Dawson) Caragnano, Foetisch, Maneveldt et Payri in Caragnano et al 2018 (14, 15) **
 = *Pneophyllum conicum* (E.Y. Dawson) Keats, Y.M.Chamberlain et M.Baba 1997
Harveyolithon rupestre (Foslie) A.Rösler, Perfectti, V.Peña et J.C.Braga 2016 (11) *
 = *Hydrolithon rupestre* (Foslie) Penrose 1996
Harveyolithon samoëense (Foslie) A.Rösler, Perfectti, V.Peña et J.C.Braga 2016 (13) *
 = *Hydrolithon samoëense* (Foslie) Keats et Y.M.Chamberlain 1994
Porolithon onkodes (Heydrich) Foslie 1909 (14) *

- =*Hydrolithon onkodes* (Heydrich) Penrose et Woelkerling 1992
 Familia Spongitaceae
Spongites decipiens (Foslie) Y.M. Chamberlain 1993 (1, 14, 18, 15)
 =*Hydrolithon decipiens* (Foslie) Adey 1970
 =*Lithophyllum decipiens* (Foslie) Foslie 1900

ORDEN HALYMENIALES

- Familia Halymeniaceae
Grateloupia clarionensis (Setchell et N.L. Gardner) S.Kawaguchi & H.W.Wang 2001 (14, 19) **
Grateloupia doryphora (Montagne) Howe 1914 (4, 6, 11, 13, 14, 16)
 = *Grateloupia multiphylla* E.Y. Dawson 1954
Grateloupia filicina (J.V. Lamouroux) C. Agardh 1822 (1, 16) **
Grateloupia hancockii E.Y Dawson 1944 (11) *
Grateloupia huertana Mateo-Cid, Mendoza-González et Gavio 2005 (11, 14, 15)
Grateloupia howeii Setchell et N.L. Gardner 1924 (1, 2, 4, 11)
Grateloupia prolongata J. Agardh 1847 (13, 16) **
Grateloupia versicolor (J. Agardh) J. Agardh 1851 (1, 11, 13, 15, 19)
Grateloupia sp. (5, 7, 8)
Prionitis mexicana E.Y Dawson 1944 (11) *
 Familia Endocodiaceae
Gloiopeltis furcata (Postels et Ruprecht) J. Agardh 1851 (17) *
 Familia Peyssonneliaceae
Cruoriella fissurata E.Y.Dawson 1953 (14) *
Peyssonnelia orientalis (Weber-van Bosse) Cormaci et G.Furnari 1987 (1, 6, 15)
Peyssonnelia pacifica Kylin 1925 (15) *

ORDEN ERYTHROPELTIDALES

- Familia Erythrotrichiaceae
Erythrotrichia carnea (Dillwyn) J. Agardh 1883 (3, 13, 14, 15, 18)
Erythrotrichia tetraseriata N.L. Gardner 1927 (11, 13) **
Sahlingia subintegra (Rosenvinge) Kornmann 1989 (1, 2, 14)
Smithora naiadum (Anderson) Hollenberg 1959 (6) *

ORDEN GELIDIALES

- Familia Gelidiaceae
Gelidium arborescens N.L. Gardner 1927 (16) *
Gelidium crinale (Turner) Gaillon 1825 (13) *
Gelidium mcNabbianum (E.Y Dawson) B.Santelices 1998 (19) *
Gelidium microdentatum E.Y Dawson 1960 (4, 6, 9, 11)
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis 1863 (1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18)
Gelidium sclerophyllum W.R. Taylor 1945 (1, 3, 6, 9, 13, 14, 15, 17, 18, 19)
Gelidium sp. (5, 7, 8)
 Familia Gelidiellaceae
Gelidiella acerosa (Forskssal) J. Feldmann et Hamel 1934 (1) *
Gelidiella hancockii E.Y.Dawson 1944 (19) *
Parviphycus antipae (Celan) B. Santelices 2004 (15) *
 Familia Pterocodiaceae
Pterocodiella caloglossoides (M.Howe) Santelices 1998 (1, 18) **
 =*Pterocladia caloglossoides* (M.Howe) E.Y. Dawson 1953
Pterocodiella capillacea (S.G.Gmelin) Santelices et Hommersan 1997 (4) *
 =*Pterocladia capillacea* (S.G.Gmelin) Bornet 1876
Pterocodiella media (E.Y. Dawson) Boo & Miller in Boo et al. 2006 (2) *

=*Pterocladia media* E.Y. Dawson 1958

ORDEN GIGARTINALES

Familia Gigartinaceae

Chondracanthus harveyanus (Kützinger) Guiry in Hommersand, Guiry, Fredericq et Leister 1993 (6) *

=*Gigartina harveyana* (Kützinger) Setchell et Gardner 1933

Chondracanthus spinosus (Kützinger) Guiry in Hommersand, Guiry, Fredericq et Leister 1993 (6, 17) **

=*Gigartina asperifolia* J. Agardh 1899

=*Gigartina spinosa* (Kützinger) Harvey 1853

Mazzaella leptorhynchus (J.Agardh) Leister in Hommersand et al. 1993 (16, 17) **

=*Gigartina leptorhynchus* J. Agardh 1885

Mazzaella volans (C.Agardh) Fredericq in Hommersand et al 1993 (17) *

=*Gigartina volans* (C. Agardh) J. Agardh 1846

Familia Hypneaceae

Hypnea johnstonii Setchell et Gardner 1924 (1, 3, 4, 6, 11, 13, 15, 17)

Hypnea pannosa J. Agardh 1847 (1, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18)

Hypnea spinella (C. Agardh) Kützinger 1847 (1, 5, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)

Hypnea valentiae (Turner) Montagne 1841 (17, 18) **

Familia Solieriaceae

Solieria filiformis (Kützinger) P.W.Gabrielson 1985 (5, 7) ** +

Wurdemannia miniata (Duby) Feldmann et Hamel 1934 (14) *

Familia Phylloporaceae

Ahnfeltiopsis concinna (J.Agardh) Silva et De Cew 1992 (5, 11, 12, 13, 14, 16, 18)

= *Ahnfeltia concinna* J. Agardh 1847

Ahnfeltiopsis serenei (E.Y. Dawson) Masuda 1993 (11) *

Besa leptophylla (J.Agardh) M.S.Calderon et K.A.Miller in Calderon et al 2016 (1, 2, 4, 6, 16)

=*Gymnogongrus leptophyllus* J. Agardh 1876

Gymnogongrus crustiformis E.Y. Dawson 1961 (16) *

Gymnogongrus johnstonii (Setchell et N.L. Gardner) E.Y. Dawson 1954 (4, 9, 13, 14, 17, 18)

Gymnogongrus martinensis Setchell et N.L.Gardner 1937 (11) *

Gymnogongrus platyphyllus N.L. Gardner 1927 (16) *

ORDEN GRACILARIALES

Familia Gracilariaceae

Gracilaria crispata Setchell et N.L. Gardner 1924 (2, 6, 17, 18)

Gracilaria pachydermatica Setchell et N.L.Gardner 1924 (1) *

Gracilaria ramisecunda E.Y.Dawson 1949 (11) *

Gracilaria rubrimembra E.Y.Dawson 1949 (11) *

Gracilaria spinigera E.Y. Dawson 1949 (11, 13, 16)

Gracilaria symmetrica E.Y. Dawson 1949 (11) *

Gracilaria tepocensis (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson 1944 (6, 13) **

Gracilaria textorii (Suringar) De Toni 1876 (13, 16, 17)

Gracilariopsis costaricensis E.Y. Dawson 1964 (14) *

ORDEN HILDENBRANDIALES

Familia Hildenbrandiaceae

Hildenbrandia dawsonii (Ardré) Hollenberg 1971 (6) *

Hildenbrandia rubra (Sommerfelt) Meneghini 1841 (1, 11) **

=*Hildenbrandia prototypus* Nardo 1834

ORDEN NEMALIALES

Familia Galaxauraceae

Tricleocarpa cylindrica (Ellis et Solander) Huisman et Borowitzka 1990 (13) *

- Familia Liagoraceae
Dermonema virens (J.Agardh) Pedroche et Ávila Ortíz 1996 (11, 13, 14, 15, 17, 18)
 = *Dermonema frappierii* (Montagne et Millardet) Borgesen 1942
Izziella orientalis (J.Agardh) Huisman et Schils 2002 (15) *
- Familia Scinaiceae
Scinaia confusa (Setchell) Huisman 1985 (18) *
 = *Gloiophloea confusa* (Setchell) Levring 1914
- CLASE STYLONEMATOPHYCEAE
 ORDEN STYLONEMATALES
 Familia Stylonemataceae
Stylonema alsidii (Zanardini) Drew 1956 (1, 11, 19)
- ORDEN RHODYMENIALES
 Familia Champiaceae
Champia parvula (C. Agardh) Harvey 1853 (14, 15, 17, 18)
- Familia Lomentariaceae
Ceratodictyon tenue (Setchell et N.L.Gardner) J.N.Norris 2014 (11) *
 = *Gelidiopsis tenuis* Setchell et N.L.Gardner 1924
Ceratodictyon variable (J.Agardh) R.E.Norris 1987 (1, 11, 13, 14, 15, 18)
 = *Gelidiopsis variabilis* (J. Agardh) Schmitz 1895
- Familia Rhodymeniaceae
Botryocladia uvarioides E.Y. Dawson 1944 (1) *
Halichrysis irregularis (Kützing) A. Millar 2005 (11) *
Rhodymenia californica Kylin 1931 (16) *

Three divisions of macroalgae were recorded, Rhodophyta (red algae), Ochrophyta (brown algae) and Chlorophyta (green algae); the red algae had the highest number of all taxonomic levels from Class to species (Table 2).

Se registraron tres divisiones de macroalgas, Rhodophyta (algas rojas), Ochrophyta (algas pardas) y Chlorophyta (algas verdes); las algas rojas tuvieron el mayor número de todos los niveles taxonómicos desde Clase hasta especie (Tabla 2).

Table 2.
Number of species, genera, families, orders and classes of the three divisions of macroalgae recorded in the Jalisco coast.

Tabla 2.
Número de especies, géneros, familias, órdenes y clases de las tres divisiones de macroalgas registradas en la costa de Jalisco.

Division	Species	Genera	Families	Orders	Classes
Rhodophyta	167	72	37	17	4
Ochrophyta	52	22	14	7	1
Chlorophyta	44	17	10	5	1

The distribution of the species was very variable along the coast of Jalisco. The largest number of records was found in Puerto Vallarta (84) in the North, Chamela (104) and, Careyes (71) in the center, and, Tenacatita (86) and, El Tamarindo (74) in the South (Table 3). However, the areas with lower richness (14-27 species), are also from Chimo

La distribución de las especies fue muy variable en número y composición a lo largo de la costa de Jalisco. Localidades del norte, centro y sur de la costa tuvieron los registros más grandes, como Puerto Vallarta (84 especies) en el norte, Chamela (104) y Careyes (71) en el centro, y Tenacatita (86) y El Tamarindo (74) en el sur (Tabla 3). Sin embargo, las áreas con menor riqueza

to Tehuamixtle in the North, and also from Chalacatepec to Isla Cocinas (except for Chamela) in the center. The southern sites had intermediate (54-62) to high (71-86) species richness.

Two species, *Jania tenella* and *Chaetomorpha antennina* had the widest distribution along the coast of Jalisco; these species were recorded in 17 sites, followed by *Sargassum liebmanii* and *Centroceras clavulatum* (16 sites). Fifteen species were present along the coastline (10 to 15 sites): *Ulva lactuca*, *Halimeda discoidea*, *Chnoospora minima*, *Padina caulescens*, *Padina gymnospora*, *Sargassum howellii*, *Hypnea spinella*, *Tayloriella dictyurus*, *Gelidium pusillum*, *Gayliella flaccida*, *Gelidium sclerophyllum*, *Amphiroa beauvoisii*, *Amphiroa dimorpha*, *Jania adhaerens* and *Jania pacifica*. However, the macroalgae of Jalisco are characterized by their restricted distribution due to ecological rarity, these include 101 species (38 %) of 38 different families recorded in only one site (unique species), and, 56 species (21 %) from 28 families recorded in two sites (duplicate species). The species *Ectocarpus siliculosus*, *Cladophoropsis sundanensis* and *Phyllocladon anastomosans*, among others, have been recognized as annual algae according to their life cycle, this means that they frequently live only during the most favorable season of the year (Mateo-Cid & Mendoza-González, 2012). This may be one of the reasons why these species has a low incidence (ecological rarity) in the coast of Jalisco.

Taxonomic Distinctness

The values of the average taxonomic distinctness (Δ^+) of all sites fell within the probability channel (e.g. within the confidence intervals of 95 %, $p > 0.05$), with the exception of Bahía Chamela (Figure 3). These sites had a greater contribution to the mean taxonomic diversity of macroalgae of the coast of Jalisco. The sites that contributed the most were Cuastecomates, La Manzanilla, El Tamarindo and, Tenacatita. On the other hand, values of the variation of taxonomic distinctness (Λ^+) showed that most sites are significantly representative of the macroalgae assemblage, only four sites, Punta Pérula, Chimo, Yelapa and, El Tamarindo, fell out of the 95 % probability channel. This indicates that most of the sites along the coast of Jalisco, have a good representation of the different taxonomic categories of macroalgae (Figure 3; Table 3).

(14-27 especies) también se reconocen desde Chimo hasta Tehuamixtle en el norte, así como desde Chalacatepec hasta Isla Cocinas (excepto Chamela) en el centro. Las localidades del sur tenían una riqueza de especies intermedia (54-62) a alta (71-86).

Dos especies, *Jania tenella* y *Chaetomorpha antennina*, tuvieron la distribución más amplia a lo largo de la costa de Jalisco; estas se registraron en 17 localidades, seguidas de *Sargassum liebmanii* y *Centroceras clavulatum* (16 localidades). Quince especies también fueron frecuentes a lo largo del litoral (10 a 15 localidades): *Ulva lactuca*, *Halimeda discoidea*, *Chnoospora minima*, *Padina caulescens*, *Padina gymnospora*, *Sargassum howellii*, *Hypnea spinella*, *Tayloriella dictyurus*, *Gelidium pusillum*, *Gayliella flaccida*, *Gelidium sclerophyllum*, *Amphiroa beauvoisii*, *Amphiroa dimorpha*, *Jania adhaerens* y *Jania pacifica*. Sin embargo, las macroalgas de Jalisco se caracterizan por su distribución restringida debido a su rareza ecológica, ya que 101 especies (38 %) incluidas en 38 familias diferentes se registraron solo en una localidad (especies únicas) y 56 especies (21 %) de 28 familias en dos localidades (especies duplicadas). Las especies *Ectocarpus siliculosus*, *Cladophoropsis sundanensis* y *Phyllocladon anastomosans*, entre otras, han sido clasificadas como algas anuales de acuerdo con su ciclo de vida, lo que significa que a menudo solo viven durante la estación más favorable del año (Mateo-Cid & Mendoza-González, 2012). Esta puede ser una de las razones por las que estas especies tuvieron una baja incidencia (rareza ecológica) en la costa de Jalisco.

Distinción taxonómica

Los valores de la distinción taxonómica promedio (Δ^+) de todas las localidades cayeron dentro del canal de probabilidad (e.g. dentro de los intervalos de confianza del 95 %, $p > 0.05$), con excepción de la Bahía Chamela (Figura 3). Estas localidades tuvieron una mayor contribución a la diversidad taxonómica media de las macroalgas de la costa de Jalisco. Las localidades que más contribuyeron fueron Cuastecomates, La Manzanilla, El Tamarindo y Tenacatita. Por otro lado, los valores de la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) mostraron que la mayoría de las localidades son significativamente representativas del ensamblaje de macroalgas, solo cuatro localidades; Punta Pérula, Chimo, Yelapa y El Tamarindo, cayeron fuera del canal de probabilidad del 95 %. Esto indica que la mayoría de las localidades a lo largo de la costa de Jalisco tienen una buena representación de las diferentes categorías taxonómicas de macroalgas (Figura 3; Tabla 3).

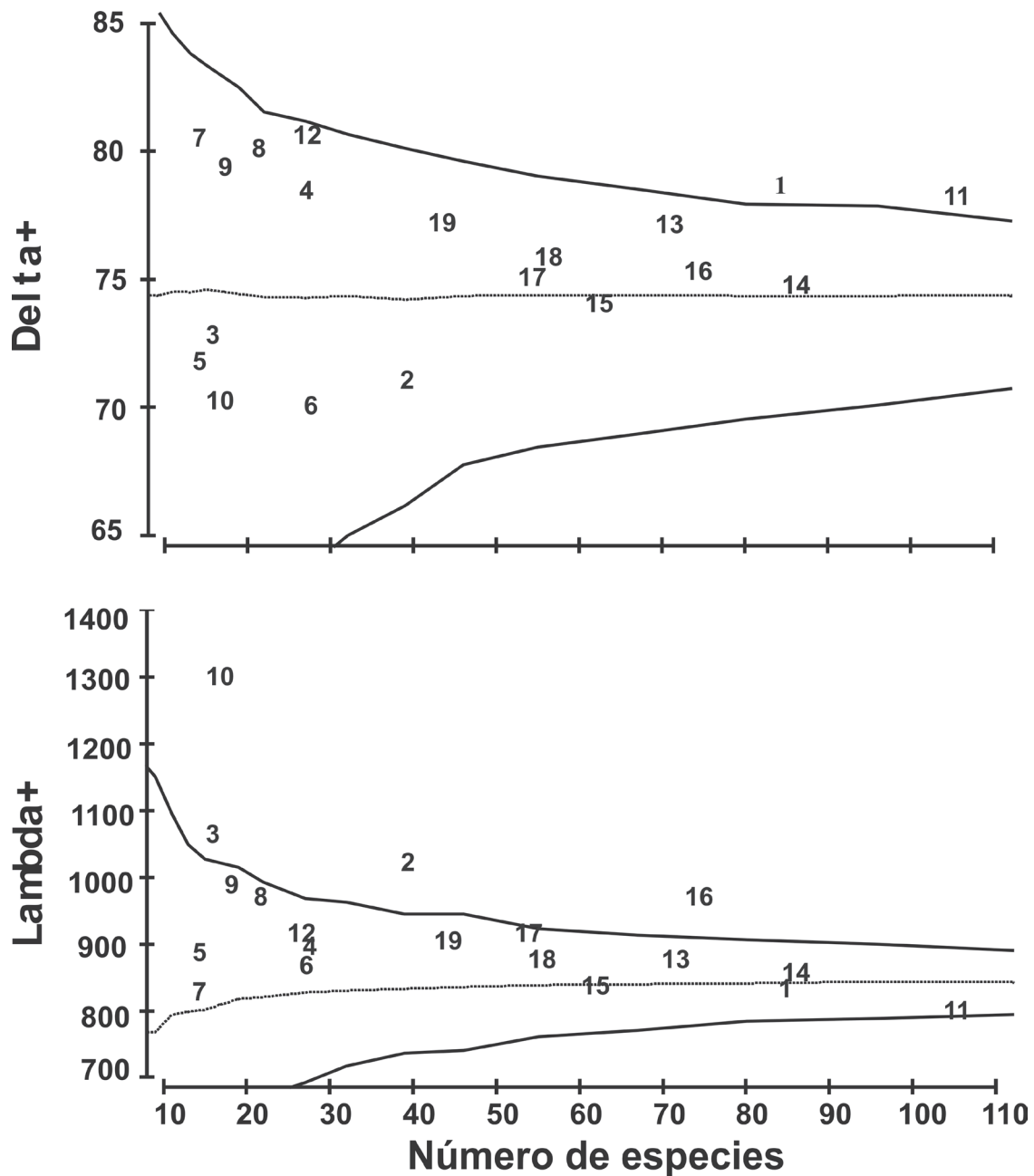


Figure 3. Average taxonomic distinctness ($\Delta +$) and the variation of the taxonomic distinctness ($\Lambda +$) of the macroalgae from the coast of Jalisco, Mexico. The solid line shows the 95% confidence intervals and the dashed line the values of $\Delta +$ & $\Lambda +$. The statistical significance of $\Delta +$ and $\Lambda +$ was assessed using 1,000 permutations. See Table 3 for symbology.

Figura 3. Distinción taxonómica promedio ($\Delta +$) y su variación ($\Lambda +$) de las macroalgas de la costa de Jalisco, México. Las líneas continuas muestran los intervalos de confianza al 95% y la línea discontinua los valores de $\Delta +$ y $\Lambda +$. La significancia estadística de $\Delta +$ y $\Lambda +$ fue evaluada usando 1,000 permutaciones. Ver Tabla 3 para la simbología.

Table 3.
Number of macroalgae taxa recorded in 19 sites of the coast of Jalisco, Mexico.
sites are arranged from north to south.

Tabla 3.
Número de taxa de macroalgas registrados en 19 localidades de la costa de Jalisco, México.
Las localidades están dispuestas de norte a sur.

Site / Taxa	Species	Genera	Families	Order	Classes	Division
1. Puerto Vallarta	84	45	34	21	4	3
2. Yelapa	39	29	20	16	3	3
3. Chimo	15	11	9	9	3	3
4. Bahía Corrales	26	16	14	11	3	3
5. Playitas	14	11	10	8	4	3
6. Cabo Corrientes	27	19	17	13	3	3
7. Mayto	14	12	11	10	3	3
8. Tehuamixtle	21	13	11	10	3	3
9. Chalacatepec	18	11	10	7	3	3
10. Punta Pérula	16	10	8	8	3	3
11. Chamela	104	53	40	27	5	3
12. Isla Cocinas	26	18	15	11	3	3
13. Careyes	71	39	30	21	4	3
14. Tenacatita	86	57	39	23	5	3
15. La Manzanilla	62	41	32	21	4	3
16. El Tamarindo	74	36	22	15	4	3
17. Cuastecomates	54	32	23	19	4	3
18. Melaque	55	32	26	19	4	3
19. Barra Navidad	44	26	20	16	4	3

New records of species

The exploration of new sites as well as the increase of sampling effort at sites with single or very few references, allowed to identify two new records for the coast of Jalisco, *Solieria filiformis* (Kützting) of the Family Solieriaceae, collected from October to May in Playitas and Mayto; and, *Piropya raulaguilarii*, a unique species of the Family Bangiaceae, collected only in April in Playitas. Both macroalgae were found in the low intertidal of rocky beaches.

Nuevos registros de especies

La exploración de nuevas localidades, así como el aumento del esfuerzo de muestreo en sitios con una o muy pocas referencias, permitieron identificar dos nuevos registros para la costa de Jalisco, *Solieria filiformis* (Kützting) miembro de la Familia Solieriaceae, recolectada desde octubre hasta Mayo en Playitas y Mayto; y *Piropya raulaguilarii*, una especie única de la familia Bangiaceae, recolectada solo en abril en Playitas. Ambas macroalgas se encontraron en el intermareal bajo de playas rocosas.

Discussion

The completion of an updated inventory of the phycoflora from the coast of Jalisco, integrated from different sources of information, allowed to increase the number of species to 263; this is more than 100 % compared to the last inventory made by Pedroche *et al.* (2005, 2008), who reported 152 species for the coast of Jalisco. It is important to point out that the most recent inventory was made by Mendoza-González *et al.* (2011), who recorded the same number of species (152) only in the southern coast of Jalisco. Although many records were found in several specific reports and herbarium, any of them represent true compilations or complete inventories for the entire coast of Jalisco. However, all these were taken into account as part of the documented phycoflora of this region and included in our inventory. The only two new records reported here were found during our own samplings performed in the coast of Jalisco. It is also important to note that with this inventory the species richness from the coast of Jalisco is greater than that found in other adjacent areas, such as the coast of Nayarit with 184 species (Mateo-Cid & Mendoza-González, 1992; Serviere *et al.*, 1993), located in the northern limit of the Mexican tropical Pacific; and the coast of Colima with 125 (Mateo-Cid & Mendoza-González 1991), located towards the south of Jalisco; this indicates the great contribution of the coast of Jalisco to the biodiversity of macroalgae. The species of Jalisco represents 60 % of the total number of species (444) compiled by Pedroche & Senties (2003) for the Tropical Mexican Pacific. Finally, comparisons with other recent inventories from the Gulf of California (63 in Norris, 2010; and 124 in Mora-Valdez & Riosmena-Rodríguez, 2016), suggest that the inventory of 263 species here presented has a good representation of the diversity of algae of the Mexican Pacific.

The Rhodophyta dominated the taxonomic diversity of all macroalgae recorded in Jalisco, with the highest number of species (167) and all taxa levels from Class to Genus. These algae grow successfully as epizoic, epiphytic or epilithic on the surface of animals, other algae or rocks with a higher coverage and diversity in tropical marine environments (Mendoza-González *et al.*, 2011). Other studies performed in the Tropical Mexican Pacific have recorded a lower diversity of red algae: Mateo-Cid & Mendoza-González (1992) reported 69 species for the southern coast of Nayarit; Mateo-Cid & Mendoza-González

Discusión

La finalización de un inventario actualizado de la ficoflora de la costa de Jalisco, que se integró a partir de diferentes fuentes de información, permitió aumentar el número de especies a 263; esto es más del 100 % en comparación con los inventarios realizados por Pedroche *et al.*, (2005, 2008), quienes reportaron 152 especies para toda la costa de Jalisco. Es importante señalar que el inventario más reciente fue el realizado por Mendoza-González *et al.*, (2011), quienes reportan el mismo número de especies (152), tomando en cuenta que esta riqueza específica fue registrada únicamente para la parte sur del litoral de Jalisco. Si bien se encontraron muchos registros en varios informes puntuales y en herbarios, ninguno representa compilaciones verdaderas o inventarios completos para toda la costa de Jalisco. Sin embargo, todos se consideraron como parte de la ficoflora documentada de esta región y se incluyeron en nuestro inventario. Los dos únicos registros nuevos de especies reportados aquí, se obtuvieron durante nuestros propios muestreos realizados en la costa de Jalisco. También es importante señalar que con este inventario, la riqueza de especies de la costa de Jalisco es mayor que la encontrada en otras áreas adyacentes, como la costa de Nayarit con 184 especies (Mateo-Cid & Mendoza-González, 1992; Serviere-Zaragoza *et al.*, 1993), ubicada en el límite norte del Pacífico tropical mexicano; y la costa de Colima con 125 (Mateo-Cid & Mendoza-González, 1991), ubicada hacia el sur de Jalisco, lo cual refleja el gran aporte que tiene la costa de Jalisco para la biodiversidad de macroalgas. Las especies de Jalisco representan el 60 % del número total de especies (444) compiladas por Pedroche & Senties (2003) para el Pacífico Tropical Mexicano. Finalmente, las comparaciones con otros inventarios recientes del Golfo de California (63 especies en Norris, 2010 y 124 en Mora-Valdéz & Riosmena-Rodríguez, 2016), sugieren que el inventario de 263 especies aquí presentado tiene una buena representación de la diversidad de algas del Pacífico mexicano.

Las Rhodophyta dominaron la diversidad taxonómica de todas las macroalgas registradas en Jalisco, con un mayor número de especies (167) y todos los niveles de taxones de Clase a géneros. Estas algas se desarrollan con éxito como algas epizoicas, epifíticas o epilíticas que crecen en la superficie de los animales, otras algas o rocas con mayor cobertura y diversidad en ambientes marinos tropicales (Mendoza-González *et al.*, 2011). Otros estudios realizados en el Pacífico Tropical Mexicano han registrado una menor diversidad de algas rojas: Mateo-Cid & Mendoza-González (1992) reportaron 69 especies de la costa sur de Nayarit; Mateo-Cid & Mendoza-

(2002), 93 species for the coast of Guerrero; Mateo-Cid & Mendoza- González (2003), 87 species from Oaxaca; and Dreckmann *et al.* (2006), only 29 species from Chiapas.

The analysis of the distribution of the macroalgae along the northern, center and southern coast of Jalisco showed some areas with different taxonomic diversity. The sites with higher number of species are protected rocky beaches within bays which are semi-protected from waves and currents, with small barriers or patches of coral reefs. The structural complexity of the rocky and coralline substrate is a key factor for the recruitment and growth of the algal populations. The crevices, hollows and other irregularities of the hard substrate create microenvironments for the settlement of propagules and provide protection to depredation and physical perturbation (Lüning, 1990; Dudley & D'Antonio, 1991). On the other hand, an extensive area of low species richness of macroalgae located in the northern part from Chimo to Tehuamixtle, is characterized by long sandy beaches intercalated by few rocky beaches. Similarly, some sites of the central zone with few species have few suitable places (for example, rocky substrates) for the development of the phycoflora.

Many species of the subtidal environment are found in mixed substrates of rocks, skeletons of dead coral and sand, mainly in shallow areas (<20 m). Although the distribution of the macroalgae showed a greater abundance and number of species in locations with rocky reefs and scattered coral colonies, there were also macroalgae associated with other substrates, such as boulders, pebbles, gravel and sand. For example, some species of the families Cladophoraceae (*Cladophora* spp), Caulerpaceae (*Caulerpa chemnitzia*, *C. sertularioides*) and Halimedaceae (*Halimeda discoidea*) were common on sandy substrates and gravel. The rocky and coral reefs have the highest biodiversity of invertebrates (scleractina, gorgonians, polychaete worms, echinoderms, molluscs) and fish, with a significant presence of associated macroalgae.

In the coast of Jalisco, there are two protected marine areas: "Chamela-Cuixmala" and "Islas de la Bahía de Chamela", both in the central region, where four sites of the present study are included (Punta Pérula, Chamela, Isla Cocinas and Careyes). Both areas have the main objective of preserving their biodiversity and ecological balance (CONANP, 2008), and they offer benefits to the inhabitants

González (2012), 93 especies de la costa de Guerrero; Mateo-Cid & Mendoza-González (2003), 87 especies de Oaxaca; y Dreckmann *et al.* (2006), solo 29 especies de Chiapas.

El análisis de la distribución de las macroalgas a lo largo de la costa norte, centro y sur de Jalisco puso de manifiesto algunas áreas con diferente diversidad taxonómica. Las localidades con mayor número de especies son playas rocosas protegidas, dentro de bahías semiprotegidas al oleaje y corrientes, con parches o pequeñas barreras de arrecifes de coral. La complejidad estructural del sustrato rocoso y coralino es crítica para el asentamiento y desarrollo de las poblaciones de algas. Las grietas, depresiones y otras irregularidades del sustrato duro crean microambientes para el asentamiento de propágulos y proporcionan protección contra depredación y perturbación física (Lüning, 1990; Dudley & D'Antonio, 1991). Por otro lado, una extensa área de baja riqueza de macroalgas ubicada en la parte norte desde Chimo hasta Tehuamixtle, se caracteriza por grandes extensiones de playas arenosas intercaladas por pocas playas rocosas. De manera similar, algunas localidades de la zona central con pocas especies, presentan pocos lugares adecuados (por ejemplo, sustratos rocosos) para el desarrollo de la ficoflora.

Muchas especies del ambiente submareal se encuentran en sustratos mixtos de rocas, esqueletos de coral muerto y arena, principalmente en áreas poco profundas (<20 m). Si bien la distribución de las macroalgas mostró una mayor abundancia y número de especies en localidades con arrecifes rocosos y colonias de coral dispersas, también hubo macroalgas asociadas a otros sustratos, como cantos rodados, guijarros, grava y arena. Por ejemplo, algunas especies de las familias Cladophoraceae (*Cladophora* spp), Caulerpaceae (*Caulerpa chemnitzia*, *C. sertularioides*) y Halimedaceae (*Halimeda discoidea*) fueron comunes en sustratos arenosos y grava. Los arrecifes rocosos y coralinos tienen la más alta biodiversidad de invertebrados (escleractina, gorgonáceos, gusanos poliquetos, equinodermos, moluscos) y peces, con una presencia significativa de macroalgas asociadas.

En la costa de Jalisco, existen dos áreas marinas protegidas: "Chamela-Cuixmala" e "Islas de la Bahía de Chamela", ambas en la región central, en donde se encuentran incluidas cuatro localidades del presente estudio (Punta Pérula, Chamela, Isla Cocinas y Careyes). Ambas áreas tienen el objetivo principal de preservar su biodiversidad y equilibrio ecológico (CONANP, 2008), y ofrecen beneficios a

of the region, generating activities such as fishing and recreation, including diving, which are relevant activities due to their natural scenic beauty.

The historical records of the different groups of organisms are difficult to interpret when they are analyzed in terms of abundance, since they are affected by factors such as the sampling method and the sampling effort; sample size, records of environmental and ecological variables (Clarke & Warwick, 1998, Leonard *et al.*, 2006, Ceshia *et al.*, 2007). The biodiversity measured with the taxonomic distinctness ($\Delta +$ and $\Lambda +$), has been successfully used in other marine taxonomic groups with information based on the presence/absence of Echinodermata species (: (Ríos-Jara, et al. 2013);); bivalve molluscs (Esqueda-González, *et al.*, 2014); macroalgae, macroinvertebrates and fish (García *et al.*, 2014). The records on the specific richness of macroalgae obtained from the different sources used in our study allowed the identification of four sites that contributed the most to the taxonomic diversity of the marine algae of Jalisco (Figure 3); they were within the probability channel of 95 % of the average taxonomic distinction ($\Delta +$). These four sites (Cuastecomates, La Manzanilla, El Tamarindo and Tenacatita) are located in the southern coastal area and have been historically documented as those with the greatest contribution to the diversity of macroalgae in the region.

The high number of unique species recorded contributed to a great extent, to the phycofloristic mosaic observed in the present study, representing 38% of the total. A characteristic of this group of unique species is that most of them are filamentous organisms, less visible and with a reduced habit size, such as the organisms of Orders Ceramiales, Rhodymeniales, Ectocarpales and Cladophorales (Table 1). These attributes, along with the characteristics of each species, could have been the reason why they were recorded only once. A significant number of these species have been reported as epiphytes of other algae such as *Erythrotrichia carnea*, *Bangia fuscopurpurea*, *Acrochaetium hancockii*, *Colaconema daviesii*, *Asteronema breviarticulatum*; therefore, their observation and record could have been occasional and conditioned to the collection and careful observation of the host algae, which in most cases were foliar algae such as *Sargassum*, or flabelated such as *Padina*.

It is important to note that the sites in which the greatest numbers of unique species were recorded in the

los habitantes de la región, generando actividades como la pesca y la recreación, incluido el buceo, que son actividades relevantes debido a su belleza escénica natural.

Los registros históricos de los diferentes grupos de organismos son difíciles de interpretar cuando estos se analizan en términos de abundancia, ya que se ven afectados por factores como el método de muestreo y el esfuerzo de muestreo; tamaño de muestra, registros de variables ambientales y ecológicas (Clarke & Warwick, 1998; Leonard *et al.*, 2006; Ceshia *et al.*, 2007). La biodiversidad medida con los Índices de distinción taxonómica ($\Delta +$ y $\Lambda +$), se ha utilizado con éxito en otros grupos taxonómicos marinos con información basada en la presencia/ ausencia de especies de equinodermos (: (Ríos-Jara, et al. 2013);); moluscos bivalvos (Esqueda- González, *et al.*, 2014); macroalgas, macroinvertebrados y peces (García *et al.*, 2014). Los registros sobre la riqueza específica para macroalgas obtenida de las diferentes fuentes utilizadas en nuestro estudio permitieron identificar 4 localidades que contribuyeron más a la diversidad taxonómica de las algas marinas de Jalisco (Figura 3); estas estuvieron dentro del canal de probabilidad del 95 % de la distinción taxonómica promedio ($\Delta +$). Estas 4 localidades (Cuastecomates, La Manzanilla, El Tamarindo y Tenacatita) están ubicadas en el área de la costa sur y se han documentado históricamente como aquellas con la mayor contribución a la diversidad de macroalgas de la región.

El alto número de especies únicas registradas contribuyó en gran medida, al mosaico ficoflorístico observado en el presente estudio, representando el 38 % del total. Una característica de este grupo de especies únicas es que la mayoría de ellas son organismos filamentosos, menos visibles y con un tamaño de hábito reducido, como los organismos de los Ordenes Ceramiales, Rhodymeniales, Ectocarpales y Cladophorales (Tabla 1). Estos atributos, junto con las características de cada especie, podrían haber sido la razón por la que se registraron una sola vez. Un número importante de estas especies han sido reportadas como epífitas de otras algas como *Erythrotrichia carnea*, *Bangia fuscopurpurea*, *Acrochaetium hancockii*, *Colaconema daviesii*, *Asteronema breviarticulatum*; por lo tanto, su observación y registro podrían haber sido ocasionales y condicionados a la recolección y observación cuidadosa de las algas huésped, que en la mayoría de los casos fueron algas foliosas como *Sargassum*, o flabeladas como *Padina*.

Es importante señalar que las localidades en las que se registraron la mayor cantidad de especies únicas se

southern coast; historically, this is the region with the largest number of phycological studies. This could be an important factor to increase the records of unique species; since this was not observed in the sites of the northern coast which have been recently explored (Tehuamixtle, Mayto, Playitas). However, it is precisely in this region where two new records for the phycoflora of Jalisco were found: *Solieria filiformis* and *Piropya raulaguilarii*, which shows that this must be a high priority region for future studies on marine flora and fauna.

The present study demonstrates that the phycoflora of the coast of Jalisco is diverse and it also contains characteristic elements of the Mexican tropical Pacific. However, more studies are needed for a better understanding of the structure of the macroalgae assemblages of Jalisco, with estimations of coverage and, finally, the biomass of species with a potential exploitation. The study of the different sites along the coast of Jalisco was of great relevance to integrate a more complete taxonomic inventory of the macroalgae, which is essential to identify strategies for the conservation and use of these ecosystems. At this time, this has great relevance because there are several proposals of tourism development for the coast of Jalisco. Finally, the exploitation of macroalgae with different purposes (for example, food, pharmacology) is under development in Mexico, with the species of shallow intertidal and subtidal environments being the main potential resources due to their accessibility and abundance (Carrillo-Domínguez *et al.*, 2002; Hernández-Carmona *et al.*, 2012). In the Mexican tropical Pacific, some common species, for example, *Sargassum liebmannii* (Ochrophyta), *Caulerpa sertularioides* (Chlorophyta) and *Spyridia filamentosa* (Rhodophyta), have shown good biological activity and potential use in food and pharmacology (Radulovich *et al.*, 2015; García-Granados *et al.*, 2016; Landa-Cansigno *et al.*, 2017). However, any proposal for its use must consider evaluations of exploitable biomass to guarantee the sustainable use of these resources.

Conclusions

Based on the updated inventory integrated from new and previous information, a total of 263 species of macroalgae from 19 sites of the coast of Jalisco, Mexico, including new records of species, were recognized. Macroalgae of Jalisco are characterized by a high ecological rarity (incidence), with 38 % of unique

encuentran en la costa sur; nuevamente el área que tiene, históricamente, el mayor número de estudios ficológicos. Este podría ser un factor importante para registrar un gran número de especies únicas, ya que esto no se observó en las localidades de la costa norte que se han explorado recientemente (Tehuamixtle, Mayto, Playitas). Sin embargo, es en esta área donde se encontraron dos nuevos registros para la ficoflora de Jalisco: *Solieria filiformis* y *Piropya raulaguilarii*, lo que demuestra que esto debe ser de alta prioridad para los estudios sobre flora y fauna marinas.

El presente estudio demuestra que la ficoflora de la costa de Jalisco es diversa y que también contiene elementos característicos del Pacífico tropical mexicano. Sin embargo, se requieren más estudios para comprender mejor la estructura del ensamblaje de macroalgas en Jalisco que permiten determinar su cobertura y, finalmente, la biomasa de especies con potencial de explotación. El estudio de los diferentes sitios a lo largo de la costa de Jalisco fue de gran relevancia para integrar un inventario taxonómico más completo de macroalgas, que es esencial para identificar estrategias para la conservación y el uso de estos ecosistemas. En este momento, esto tiene gran relevancia porque hay varias propuestas de desarrollo turístico para la costa de Jalisco. Finalmente, la explotación de macroalgas con diferentes propósitos (por ejemplo, alimentos, farmacología) está en desarrollo en México, siendo las especies de ambientes intermareales y submareales poco profundos los principales recursos potenciales debido a su accesibilidad y abundancia (Carrillo-Domínguez *et al.*, 2002; Hernández-Carmona *et al.*, 2012). En el Pacífico tropical mexicano, algunas especies comunes, por ejemplo, *Sargassum liebmannii* (Ochrophyta), *Caulerpa sertularioides* (Chlorophyta) y *Spyridia filamentosa* (Rhodophyta), han demostrado una buena actividad biológica y un uso potencial en la alimentación y en farmacología (Radulovich *et al.*, 2015; García-Granados *et al.*, 2016; Landa-Cansigno *et al.*, 2017). Sin embargo, cualquier propuesta para su utilización debe considerar evaluaciones de las biomásas explotables para garantizar el uso sostenible de estos recursos.

Conclusiones

Con base en el inventario actualizado integrado a partir de información nueva y anterior, se reconocieron un total de 263 especies de macroalgas de 19 localidades de la costa de Jalisco, México, incluidos nuevos registros de especies. Las macroalgas de Jalisco se caracterizan por una alta rareza ecológica (incidencia), con 38 % de especies únicas

species (recorded only in one site) and 21 % of duplicated species (in two sites). This inventory highlights the contribution of this region to the diversity of macroalgae of the Mexican tropical Pacific with at least 60 % of the species commonly found in subtidal, intertidal and shallow environments. The Jalisco coast is one of the regions with the highest species richness of the Eastern tropical Pacific (Pedroche *et al.*, 2005, 2008), including Central America (Pedroche & Senties, 2003a, Pedroche & Senties, 2003b, Pedroche *et al.*, 2003).

(registradas solo en una localidad) y 21 % de especies duplicadas (en dos localidades). Este inventario destaca la contribución de esta región a la diversidad de macroalgas del Pacífico tropical mexicano con al menos el 60 % de las especies que se encuentran comúnmente en los ambientes submareales, intermareales y someros. La costa de Jalisco es una de las regiones con la mayor riqueza de especies del Pacífico tropical oriental (Pedroche *et al.*, 2005, 2008), incluida América Central (Pedroche & Senties, 2003a; Pedroche & Senties, 2003b; Pedroche *et al.*, 2003).

Acknowledgments

The first author thanks the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) and the University of Guadalajara for the financial support provided during the current research, also thanks all the students of Biology (Universidad de Guadalajara) who contributed during the last 15 years with collection of samples and the creation of the Phycology Herbarium of the Departamento de Ecología of the Universidad de Guadalajara.

Agradecimientos

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad de Guadalajara por el apoyo económico brindado durante la investigación actual. También agradece a todos los estudiantes de Biología (Universidad de Guadalajara) que contribuyeron durante los últimos 15 años con recolectas de muestras y la creación del Herbario Ficológico del Departamento de Ecología Aplicada de la Universidad de Guadalajara.

References

- Abbott, I. A. & Hollenberg, G. J. (1976). *Marine Algae of California*. Stanford University Press, Stanford, California. 827 pp.
- Águila-Ramírez, N., Gaspar F. A., Enciso, P. I. and Mora-Navarro, M. R. (1998). Algas marinas de la costa sur de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica*. Universidad de Guadalajara, 5: 507–514.
- Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L. E., Ávila-Serrano, G. E., González-Yajimovich, O. and Becerril-Bobadilla, F. (2010). Submareal macroalgae of the Todos Santos Bay, Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(3): 601-618. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113013984>
- AlgaeBase (2018). <http://www.algaebase.org/search/species/> (Last Checked september 20th 2018)
- Barjau- González, E., Rodríguez-Romero, J., Galvan-Magaña, F., and Lopez-Martinez J. (2012). Changes in the taxonomic diversity of the reef fish community of San Jose, Island, Gulf of California, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 21(14): 3543-3554. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0378-z>
- Candelaria-Silva, C. F. (1996). *Macroalgas del Estado de Guerrero (tesis de maestría)*. México: Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 229 pp.
- Capetillo-Piñar N., Villalejo-Fuerte M. T. and Tripp-Quezada A. (2015). Distinción taxonómica de los moluscos de fondos blandos del Golfo de Batabanó, Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(5): 856-872. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2015000500006&script=sci_arttext
- Carballo, J. L., Olabarria, C. and Garza Osuna, T. (2002). Analysis of four macroalgal assemblages along the Pacific Mexican coast during and after the 1997-98 El Niño. *Ecosystems*, 5(8): 749-760. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0144-2>
- Carrillo-Domínguez, S., Casas-Valdez, M., Ramos-Ramos, F., Pérez-Gil F. and Sánchez-Rodríguez I (2002). Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutricional. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(4): 400-405. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222002000400012&script=sci_arttext
- Castaneda-Fernandez de Lara, V., Reyes-Bonilla, H. and Serviere-Zaragoza, E. (2010). A tropical assemblage of benthic macroalgae on rocky reefs in a temperate zone on the western Baja California peninsula, México. *Botánica Marina*, 53(3): 195-203. <https://doi.org/10.1515/BOT.2010.024>

- Ceshia, C., Falace, A. and Warwick, R. M. (2007). Biodiversity evaluation of the macroalgal flora of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) using taxonomic distinctness indices. *Hydrobiologia*, 580: 43-56. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0466-8>
- Chávez-Barrera, M. L. (1980). Distribución del género *Padina* en las costas de México. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 23: 45–51.
- Clarke, K. R. y Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: User manual and tutorial. PRIMER-E. Plymouth, UK.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (1998). A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35: 523-531. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.3540523.x>
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (1999). The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 21-29. <https://doi.org/10.3354/meps184021>
- Colwell, R. K. (2006). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2008). Programa de conservación y manejo del Santuario Islas de Bahía Chamela. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, 149 pp.
- Conlan, K.E., Kim, S.L., Lenihan, H.L. and Oliver, J.S. (2004). Benthic changes during 10 years of organic enrichment by McMurdo Station, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 43-60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.01.007>
- Quinones-Peyro C. B., Lopez-Fuerte, F. O., Mazariegos, A., Serviere-Zaragoza, E., Casas-Valdez, M. and Yabur-Pacheco, R. (1944). Bentic marine macroalgae from Guadalupe Island, Baja California, Mexico. *Hidrobiológica*, 26(2): 213-223.
- Dawson, E. Y. (1944). The Marine Algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 3(10): 189-464.
- Dawson, E. Y. (1947). A guide to the literature and distribution of the marine algae of the Pacific coast of North America. *Memoirs of the Southern California Academy of Sciences*, 3(1): 1-134.
- Dawson, E. Y. (1949). Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa pacífica de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 9: 215–255.
- Dawson, E. Y. (1951). A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, México. *Journal of Marine Research*, 10: 39–58.
- Dawson, E. Y. (1953a). Marine Red Algae Pacific Mexico. Part 1: Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 17(1): 1-239.
- Dawson, E. Y. (1953b). Resumen de las Investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 13: 97–197.
- Dawson, E. Y. (1954). Marine red algae of Pacific Mexico II. Cryptonemiales. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 17: 241–397.
- Dawson, E. Y. (1960). Marine Red Algae Pacific Mexico. Part 3 : Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist*, 2(1): 1-125.
- Dawson, E. Y. (1961a). Marine Red Algae Pacific Mexico. Part 4 : Gigartinales. *Pacific Naturalist*, 2(5) : 291-343.
- Dawson, E. Y. (1961b). A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pacific Science*, 15: 370–461. <http://hdl.handle.net/10125/9085>
- Dawson, E. Y. (1962). Marine Red Algae Pacific Mexico. Part 7: Ceramiales, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 26(1): 1-207.
- Dawson, E. Y. (1963a). Marine red algae of Pacific México Part 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia*, 5: 437–476.
- Dawson, E. Y. (1963b). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*, 6: 437–476.
- De la Lanza, G. (1991). Oceanografía de los Mares Mexicanos. A.G.T. editores. México, D.F. 569 pp.
- Dreckmann, K. M., Senties, A., Pedroche, F. and Callejas, J. (2006). Diagnóstico florístico de la ficología marina béntica en Chiapas. *Hidrobiología*, 16 (2): 147-158. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972006000200005&script=sci_arttext
- Dudley, T.L. & D'Antonio, C.M. (1991). The effects of substrate texture, grazing, and disturbance on macroalgal establishment in streams. *Ecological society of america*, 72(1): 297-309. <https://doi.org/10.2307/1938923>

- Enciso-Padilla, I., Águila-Ramírez, N., Mora-Navarro, M. and Gaspar-Figueroa, A. (1995). Macroalgas de la zona intermareal de Melaque, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 3: 41–51.
- Esqueda-González, M. C., Rios-Jara, E., Galvan-Villa, C. M. and Rodriguez-Zaragoza, F. A. (2014). Species composition, richness, and distribution of marine bivalve molluscs in Bahía de Mazatlán, Mexico. *ZooKeys*, 399: 43-69. <https://doi.org/10.3897/zookeys.399.6256>
- García-Granados, R. U., Alarcon-Aguilar, F., Gallegos-Martinez, M. and De Lara-Isassi, G. (2016). Sub-chronic treatment in diabetic mice with *Caulerpa sertularioides* (Chlorophyta) and *Spyridia filamentosa* (Rhodophyta). *Hidrobiologica*, 26(2): 269-276. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972016000200269&script=sci_abstract&tlng=en
- García-Hernández, V. C., Reyes-Bonilla, H., Balart, E. F., Rios-Jara, E., Lluch-Cota, S. E. and Serviere-Zaragoza, E. (2014). Comparison of ecological diversity and species composition of macroalgae, benthic macroinvertebrates and fish assemblages between two tropical rocky reefs. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(3): 477-491. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5230205>
- Giangrande, A. (2003). Biodiversity, conservation and the "taxonomic impediment". *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystem*, 13: 451–459. <https://doi.org/10.1002/aqc.584>
- González-González, J. (1992). Estudio Florístico Ecológico de Ambientes y Comunidades Algales del litoral rocoso del Pacífico Tropical Mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 167 pp.
- Heino, J. 2005. The relationship between species richness and taxonomic distinctness in freshwater organisms. *Limnology and Oceanography*, 50(3): 978-986. <https://doi.org/10.4319/lo.2005.50.3.0978>
- Heino, J., Mykra, H., Hämäläinen, H., Aroviita, J. and Muotka, T. (2007). Responses of taxonomic distinctness and species diversity indices to anthropogenic impacts and natural environmental gradients in stream macroinvertebrates. *Freshwater Biology*, 52: 1846-1861. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01801.x>
- Hernández-Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y. E., Arvizu-Higuera, D. L. and reyes-Tisnado R. (2012). Technological Advance for Alginate Production in Mexico. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 13(2): 155-168. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV2012080418>
- Herrera-Valdivia, E., López-Martínez, J., Castillo-Vargasmachuca, S. and García-Juárez, R. (2016). Taxonomic and functional diversity of the bycatch fishes community of trawl fishing from Northern Gulf of California, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 64(2): 587-602. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i3.15852>
- Huisman, J. M., Cowan, R. A. and Entwisle, T. J. (1998). Biodiversity of Australian Marine Macroalgae. A progress report. *Botanica Marina*, 41: 89–93. <https://doi.org/10.1515/botm.1998.41.1-6.89>
- Landa-Cansigno, C., Hernández-Carmona, G., Arvizu-Higuera, D. L., Muñoz-Ochoa, M. and Hernández-Guerrero, C. J. (2017). Bimonthly variation in the chemical composition and biological activity of the brown seaweed *Eisenia arborea* (Laminariales: Ochrophyta) from Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Applied Phycology*, 29(5): 2605-2615. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1195-2>
- León, T. H. (1996). Caracterización Ficoflorística del límite sur del Pacífico Tropical mexicano: el litoral rocoso de Oaxaca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 120 pp.
- Leonard, D. P., Clarke, K. R., Somerfield, P. and Warwick, R. M. (2006). The application of an indicator based on taxonomic distinctness for UK marine biodiversity assessment. *Journal of Environmental Management*, 78: 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.008>
- López, N. L., Candelaria, C., Ramirez-Garcia, P. and Rodriguez, D. (2017). Structure and temporal dynamic of tropical turf-forming macroalgal assemblages of the western coast of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(2): 329-340. <http://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue2-fulltext-9>
- Lüning, K. (1990). Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. Wiley-Interscience Publication, New York. 527 pp.
- Mateo-Cid, L. E. & Mendoza-González, A. C. (1991). Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana*, 13: 9-30. <https://www.redalyc.org/pdf/574/57401302.pdf>
- Mateo-Cid, L. E. & Mendoza-González, A. C. (1992). Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. *Acta Botánica Mexicana*, 20: 13-28. <https://www.redalyc.org/pdf/574/57402004.pdf>

- Mateo-Cid, L. E. & Mendoza-González, A. C. (2003). Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*, 47:11-26.
- Mateo-Cid, L. E. & Mendoza-González, A. C. (2012). Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(4): 905-928. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.28104>
- Mendoza-González, A. C. & Mateo-Cid, L. E. (1998). Avance de un estudio sobre las macroalgas marinas de Guerrero y Oaxaca. *Ciencia y Mar*, 4: 15–29.
- Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E. and Galicia-García, C. (2011). Floristic integration of the benthic marine algae from the southern coast of Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 14: 19-49. <https://ipn.elsevierpure.com/en/publications/floristic-integration-of-the-benthic-marine-algae-from-the-south>
- Miranda, J. R., Mouillot, D., Hernández, D. F., López, A. S., Chi, T. D. and Pérez, L. A. (2005). Changes in four complementary facets of fish diversity in a tropical coastal lagoon after 18 years: a functional interpretation. *Marine Ecology Progress Series*, 304: 1-13. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v304/p1-13/>
- Mistri, M, Ceccherelli, V. U. & Rossi, R. (2000). Taxonomic distinctness and diversity measures: responses in lagoonal macrobenthic communities. *Italian Journal of Zoology*, 67(3):297-301. <https://doi.org/10.1080/11250000009356327>
- Mora-Valdéz, A. L. & Riosmena-Rodríguez, R. (2016). Checklist of the green (Ulvophyceae) macroalgae from the Gulf of California, Mexico. *Phytotaxa*, 246(4): 203-247. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.246.4.1>
- Nelson, W. A., Dalen, J. and Neill, K. F. (2013). Insights from natural history collections: analysing the New Zealand macroalgal flora using herbarium data. *Phytokeys*, 30: 1-21. <https://dx.doi.org/10.3897%2Fphytokeys.30.5889>
- Nicholas, W. L. & Trueman, J. W. (2005). Biodiversity of marine nematodes in Australian sandy beaches from tropical and temperate regions. *Biodiversity Conservation*, 14: 823-883. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0656-5>
- Norris, J. N. & Johansen, H. W. (1981). Articulated Coralline Algae of the Gulf of California, México, I. Amphiroa Lamouroux. *Smithsonian Contributions to the Marine Science*, 9: 1-29. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/1110/SCMS-0009-Lo_res.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Norris, J. N. 2010. Marine algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. Smithsonian Contributions to Botany, No. 94. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Pedroche, F. & González-González, J. (1981). Lista florística preliminar de las algas marinas de la región sur de la costa de Jalisco, México. *Phycologia Latino-Americana*, 1: 60–71.
- Pedroche, F., Silva, P. C., Aguilar, L. E., Dreckmann, K. M. and Aguilar, R. (2005). Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. Universidad Autónoma Metropolitana/ Universidad Autónoma de Baja California/ University of California, México, D.F., 135 pp. https://www.researchgate.net/profile/Francisco_F_Pedroche/publication/235220637_Catalogo_de_las_algas_marinas_bentonicas_del_Pacifico_de_Mexico_I_Chlorophycota/links/00b49515b285bd4e94000000/Catalogo-de-las-algas-marinas-bentonicas-del-Pacifico-de-Mexico-I-Chlorophycota.pdf
- Pedroche, F., Silva, P. C., Aguilar, L. E., Dreckmann, K. M. and Aguilar, R. (2008). Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. II. Phaeophycota. Universidad Autónoma Metropolitana/ Universidad Autónoma de Baja California/ University of California, México, D.F., 146 pp. https://www.researchgate.net/profile/Francisco_F_Pedroche/publication/235220639_Catalogo_de_las_algas_benthonicas_del_Pacifico_de_Mexico_II_Phaeophycota/links/00463515b27fc446bb000000/Catalogo-de-las-algas-benthonicas-del-Pacifico-de-Mexico-II-Phaeophycota.pdf
- Pedroche, F. & Sentíes, G. A. (2003a). Exploración ficológica en el litoral del Océano Pacífico. *Contribuciones ficológicas de México*, 1: 5-11.
- Pedroche, F. & Sentíes, G. A. (2003b). Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica*, 13(1): 23-32. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972003000100003&script=sci_arttext
- Pedroche F., Silva, P. C., Aguilar-Rosas, L. E., Dreckmann, K. M. and Aguilar-Rosas, R. (2003). Macroalgas marinas bentónicas del Pacífico. Referencias bibliográficas selectas (1847-2002). *Contribuciones ficológicas de México*, 1: 97-126. https://www.researchgate.net/profile/Francisco_F_Pedroche/publication/234065122_Macroalgas_marinas_bentonicas_del_Pacifico_mexicano_Referencias_bibliograficas_selectas_1847-2002/links/02bfe50f82fadd98db000000.pdf

- Price, A. R., Vincent, L. P., Venkatachalam, A. J., Bolton, J. J. and Basson, P. W. (2006). Concordance between different measures of biodiversity in Indian Ocean macroalgae. *Marine Ecology Progress Series*, 319: 85-91. <https://doi.org/10.3354/meps319085>
- Radulovich, R., Umanzor, S., Cabrera, R. and Mata, R. (2015). Tropical seaweeds for human food, their cultivation and its effect on biodiversity enrichment. *Aquaculture*, 436: 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.032>
- Reyes-Bonilla H, Escobosa- González, L. E., Cupul-Magaña, A. L., Medina-Rosas, P. and Calderón-Aguilera, L. E. (2013). Community structure of zooxanthellate corals (Anthozoa: Scleractinia) in Carrizales coral reef, Pacific coast, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2): 583-594. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442013000300010&script=sci_arttext&tlng=en
- Reyna, G. & Rodríguez, R. R. (1996). Macroalgae of the coral reef of Cabo Pulmo Los Frailes, Southern Baja California, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 44 (2B): 903-906.
- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C. M., Rodríguez-Zaragoza, F. A., López-Uriarte, E., Bastida-Izaguirre, D. & Solís-Marín, F. A. (2013). Los equinodermos (Echinodermata) de bahía Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84: 263-279. <https://doi.org/10.7550/rmb.30461>
- Rodríguez, D., López, N. and González, J. (2008). Gelidiales (Rhodophyta) en las costas del Pacífico mexicano con énfasis en las especies tropicales. En: Senties AG, Dreckmann K, eds. Monografías ficológicas. México: Universidad Autónoma Metropolitana / Universidad Autónoma de Baja California, 27–74.
- Senties, A. & Dreckmann, K. M. (2014). Biodiversity of the marine macroalgae of the Rhodomelaceae family (Rhodophyta) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, suppl 85: 62-68. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.40713>
- Serviere-Zaragoza, E. 1993. Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 71 p.
- Serviere-Zaragoza, E., González-González, J. y Rodríguez, D. 1993. Ficoflora de la región de bahía Banderas, Jalisco-Nayarit. En: Salazar, S.I. y González, N.E., (eds.) Biodiversidad marina y costera de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 475–485.
- Serviere-Zaragoza, E., García-Hernández, V. C. and Siqueiros-Beltrones, D. A. (2003). Diversity and distribution of macroalgae associated with abalone (*Haliotis* spp.) habitats in Baja California Sur, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 72(3): 725-485. <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2003/00000072/00000003/art00008>
- Serviere-Zaragoza, E., Castillo, A. S. and González-González, J. (1998). Descripción ficológica de los ambientes de la región de bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 5: 157–180.
- Serviere, E., González, J. and Rodríguez, D. (1993). Ficoflora de la región de bahía Banderas, Jalisco-Nayarit. En: Salazar SI, González NE, eds. Biodiversidad marina y costera de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 475–485.
- Silva, P. C., Basson, P. W. and Moe, R. L. (1996). Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Publications in Botany, 79: 1–1259.
- Taylor, W. R. (1960). Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor and Ambassador Books Ltd, Toronto, 870 pp.
- Terlizzi, A., Scuderi, D., Frascchetti, S. and Anderson, M. J. (2005). Quantifying effects of pollution on biodiversity: a case study of highly diverse molluscan assemblages in the Mediterranean. *Marine Biology*, 148: 293-305. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0080-8>
- Tonetto, A. F., Bispo, P. C., Zanini, B. and Cesar, C. (2016). Diversity Assessment of Lotic Macroalgal Flora by the Application of Taxonomic Distinctness Index. *Biota Neotropica*, 16(1): 1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0085>
- Warwick, R. M. & Clarke, R. R. (1995). New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129: 301-305. <https://doi.org/10.3354/meps129301>
- Wynne, M. J. (1986). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic. *Canada Journal of Botany*, 64: 2239-2281. <https://doi.org/10.1139/b86-298>

- Wynne, M. J. (2017). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia*, 145: 7-202. <https://www.schweizerbart.de/publications/detail/isbn/9783443510671>
- Włodarska-Kowalczyk, M., Pearson, T. H. and Kendall, M. A. (2005). Benthic response to chronic natural physical disturbance by glacial sedimentation in an Arctic Fjord. *Marine Ecology Progress Series*, 303: 31-41. <https://doi.org/10.3354/meps3033031>
- Wyrki, L. (1996). Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanography Marine. Biology Annual Review*, 4: 33-68.