



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

**ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO DEL GÉNERO *LAURENCIA* (CERAMIALES,
RHODOPHYTA)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

HIDROBIÓL. OSCAR EDUARDO HERNÁNDEZ CERVANTES

CODIRECTORES:

Dr. Abel Sentíes Granados

Dr. Kurt Martin Dreckmann Estay

ASESORA:

Dra. Jhoana Díaz Larrea

MÉXICO, D.F.

OCTUBRE 2015

La Maestría en Biología
de la Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón de
Posgrados de calidad CONACyT

El presente estudio: "Análisis biogeográfico del género *Laurencia* (Rhodophyta, Ceramiales)", se desarrolló en el Laboratorio de Macroalgas Marinas (Departamento de Hidrobiología) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, derivado de proyectos de investigación bajo la dirección del Dr. Abel Senties Granados y el Dr. Kurt Martín Dreckmann Estay.

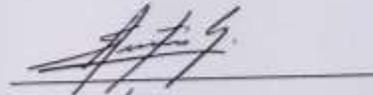
El Jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Hidrobiól. Oscar Eduardo Hernández Cervantes

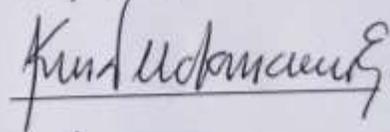
El día 14 de octubre del 2015

COMITÉ TUTORAL

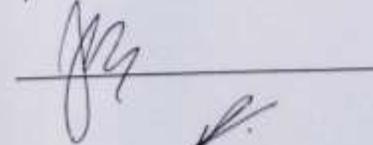
Codirector: Dr. Abel Senties Granados



Codirector: Dr. Kurt Matrin Dreckmann Estay



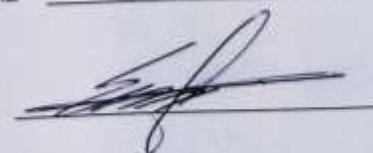
Asesora: Dra. Jhoana Díaz Larrea



Sinodal: M. en C. María Luisa Núñez Resendiz



Sinodal: Dr. Erick Alejandro García Trejo



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, que me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría, y de la cual siempre he recibido apoyo.

El presente trabajo fue posible por el apoyo económico como becario, brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). No. 302030.

Con mucho amor y dedicación para

Mis Padres, el Sr. Oscar Hernández y la Sra. Verónica Cervantes

Mis hermanas, Alexa, Pau y Nadia.

Mi vida, Isabel.

Mi abuelita Mari.

Para mi pequeño Kovo, en donde quiera que estés.

Una especial dedicatoria a la memoria de los señores

Sergio Hernández Flores y René Cervantes López.

“Con la rebelión, nace la conciencia”

Albert Camus

Agradecimientos	i
Resumen	ii
Abstract	iii
1. Introducción	1
2. Preguntas de Investigación	12
3. Objetivos	13
3.1. Objetivo General	13
3.2. Objetivos Particulares	13
4. Material y Método	14
4.1. Construcción de Base de Daros	14
4.2. Análisis PAE	15
4.3. Delimitación de áreas de endemismo	16
4.4. Identificación de eventos geológicos	16
4.5. Significado sistemático	16
5. Resultados	18
5.1. Lista de especies del género <i>Laurencia</i>	18
5.2. Análisis PAE	55
5.3. Categorías de áreas	58
6. Discusión	62
6.1. Intervalo de Distribución	62
6.2. Áreas de endemismo para el Indo-Pacífico	63
6.3. Áreas de endemismo para el Atlántico	65
6.4. Áreas secundarias o especies relictas globales	67
6.5. Especies cosmopolitas globales	67
6.6. Significado sistemático	69
7. Conclusiones	71
8. Bibliografía	72
Apéndice 1	100
Apéndice 2	122
Productos Obtenidos del Proyecto de Tesis	131

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis co-directores el Dr. Abel Sentíes Granados y el Dr. Kurt M. Dreckmann Estay, por el apoyo, conocimiento y confianza ofrecida a lo largo de estos últimos años. Mil gracias por integrarme en esta gran familia.

A la Dra. Jhoana Díaz Larrea por la asesoría y apoyo ofrecido a lo largo de este proyecto.

A mis sinodales el Dr. Erick Alejandro García Trejo y la M. en C. María Luisa Núñez Reséndiz, por esos enormes consejos, apoyo y tiempo que me han brindado.

A la Maestría en Biología de la UAM-I, en especial al Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando y la Dra. Beatriz Rendón Aguilar, por su apoyo en la agilidad administrativa, financiamiento económico y seguimiento académico.

A mis pequeñas colegas y amigas del Laboratorio de Macroalgas Marinas: Mariela e Ilse, por apoyarme y ofrecerme su gran amistad.

A Isa, simplemente por ser mi todo. Hace tiempo comenzamos a trazar esta travesía, y ahora, continuemos conjuntando piedritas para seguir construyendo nuestro camino. Gracias por apoyarme, levantarme y enseñarme a vivir plenamente con algo llamado amor. Sin ti, ¿qué tendría sentido? *¡Te amo!*

A mis padres, el Sr. Oscar Hernández y la Sra. Verónica Cervantes por nunca dejar de confiar en mí y entregar todo de ustedes, día a día, sin ninguna excepción. Gracias por enseñarme a ser libre. *¡Los amo inmensamente!*

A mis hermanas Alexa, Pau y Nadia, por enseñarme lo que es la compañía y la hermandad en los buenos y malos momentos de la vida.

A mi segunda madre, la Sra. María Terrez Rivera, por consentirme y mal educarme tanto; apoyándome y dándome malos consejos de seguir “macheteándole” al estudio. Gracias por todos esos buenos valores que me has enseñado.

A todos los seres anormales (primos) que son mala influencia en mi vida: Aldinho, Andrea, Armale, Beto, Chely, Eze, Fernanda, Fernando, Gabo, Germán, Itzel, Jess, Lalo, Les, Martincillo, Pollo, Rulo, Su, Tocayo y Toño. Gracias por las charlas infinitas que hemos mantenido juntos. Todo esto es con humor y cariño para todos ustedes mis hermanos.

A todos mis tíos que me han mantenido en este gran camino. Los respeto y quiero mucho, gracias por sus consejos.

A la familia Vilchis Alfaro, por permitirme ser parte de ustedes. Gracias por todo el apoyo que me han ofrecido, los quiero mucho.

Oscar Eduardo Hernández Cervantes

RESUMEN

El género *Laurencia* tiene un área de distribución en las franjas de los mares tropicales y subtropicales del mundo, presentando valores altos de riqueza en el Indo-Pacífico y Mar Caribe. Se reconocen 10 áreas de endemismo, ocho áreas secundarias y 27 especies con distribución cosmopolita. El patrón biogeográfico identificado para el género, es explicado por un evento de dispersión pre vicariante ocurrido en las aguas del mar de Tethys, seguido por la aparición de barreras geográficas como el cierre del Istmo de Panamá, la barrera del Pacífico Oriental, la fragmentación de Gondwana, el despredimiento del archipiélago Indo-Malayo, la aparición de la corriente circunantártica, y eventos más recientes ocurridos en el Holoceno. Este patrón es congruente con los descritos para otros organismos marinos. De acuerdo a las áreas de endemismo obtenidas, y su alta congruencia, se confirma la validez taxonómica del grupo.

ABSTRACT

Genus *Laurencia* has a distribution range located in the tropical and subtropical world seas, presenting diversity hotspots in the Indo-Pacific and the Caribbean Sea. Here, we recognise 10 areas of endemism, eight secondary areas and a total of 27 species that shows a Cosmopolitan distribution. Historical biogeographic pattern identified for the genus, it is explained for a pre-vicariant event dispersion occurred in the Thethys Sea waters, followed by the appearance of geographical barriers like the closure of the Isthmus of Panama, the East Pacific Barrier, the Gondwana breakup, the release of Indo-Malasyan Archipelago, the appearance of the Antarctic Circumpolar Current, and latest events in the Holocene. This pattern is congruent with those described for other marine organisms. According to the areas of endemism obtained, and their high congruence, the taxonomic group valid status is confirmed.

1. INTRODUCCIÓN

La biogeografía es el estudio de la distribución geográfica de los organismos en el espacio y el tiempo, cuyos objetivos principales son describir y comprender los patrones de distribución geográfica de las especies y taxones supraespecíficos (Morrone, 2001; Morrone, 2009). De manera general, los patrones son eventos repetitivos de un grupo de datos debido a sus características observadas, siendo frecuentes en los sistemas fisicoquímicos y biológicos (Ej. patrones climáticos y tipos de vegetación). Un patrón biogeográfico se define como los arreglos repetitivos, no aleatorios de la distribución de organismos y grupos de ellos en el espacio (Rosen, 1988a).

Los patrones biogeográficos son analizados a partir de la delimitación de la unidad básica en biogeografía, el área de endemismo, la cual se define como los límites de distribución congruentes no aleatorios entre dos o más especies (Platnick, 1991; Morrone, 1994). Dicha congruencia refleja una historia espacial en común de los grupos de especies o taxones que se integran espacio temporalmente, esta condición se conoce como homología biogeográfica (Morrone, 2009). Dicho de otra manera, la biogeografía formula conjeturas o supuestos sobre la historia biogeográfica común de taxones que están integrados espacio temporalmente en un componente biótico (Morrone, 2004).

A diferencia de la sistemática, en la biogeografía existen dos estados de homología (hipótesis de historia común entre los componentes de un área). El primero

se conoce como homología primaria, lo cual implica generar una hipótesis de una historia biogeográfica en común para los organismos integrados espacio-temporalmente, en una o varias áreas (la homología primaria puede cumplirse o no). El segundo se conoce como homología secundaria, lo que constituye la prueba cladística y validación de los componentes bióticos anteriormente reconocidos (Morrone, 2009).

En principio, los análisis que definen a las áreas de endemismo, se desarrollan para establecer el estado de homología biogeográfica primaria, evaluando la congruencia espacial como un supuesto de historia en común definida en componentes bióticos. Autores como Müller (1973) y Dreckmann (2012), presentaron un protocolo que consiste en elaborar tantos mapas como especies se encuentren bajo estudio, y en seguida, se procede a armar grupos de mapas de acuerdo a las coincidencias de las especies (taxonomía de mapas). Cada grupo de mapas representa un área. Para dicho método, el intervalo de distribución de las especies a analizar, debe ser menor comparado con la región de estudio, su intervalo de distribución es bien conocido, y la validez taxonómica de las especies no se encuentra en disputa (Glasby y Álvarez, 1999; Senna-Garraffoni *et al.* 2006).

Por otro lado, el Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE, por sus siglas en inglés) se describe como uno de los métodos más usados y eficientes para el reconocimiento de áreas de endemismo, componentes bióticos o trazos generalizados (Morrone 2014; 2015). Dicho método fue propuesto por Rosen (1988b), y se basa en la construcción de cladogramas bajo el principio de parsimonia, a partir de matrices de datos de presencia o ausencia de especies o taxones en unidades de análisis. Con el

objetivo de enraizar los cladogramas construidos, se codifica un área hipotética con solo ausencias, bajo el supuesto de que el grupo o taxón no se encontraba, en un principio, en el área a analizar (Morrone, 2014).

Las unidades de análisis pueden ser localidades, áreas de endemismo pre-establecidas o regionalizaciones, y/o cuadrantes (Crisci *et al.* 2000). Para algunos autores, la importancia de elegir elementos de regionalizaciones o áreas pre-establecidas, ofrece la posibilidad de observar de mejor manera el patrón biogeográfico (Morrone, 2014), ya que puede observarse si existe congruencia entre el patrón obtenido y las regionalizaciones usadas para otros organismos (Ippi y Flores, 2001; Marques y Peña Cantero, 2010). Brown y Lomolino (1998) mencionan que evaluar patrones como provincialismos (áreas de endemismo congruentes con provincias biogeográficas) ayuda a robustecer las hipótesis biogeográficas generadas en los análisis biogeográficos y respalda a las provincias previamente propuestas como unidades básicas en biogeografía. Spalding *et al.* (2007) propusieron de forma cualitativa una regionalización biótica para las costas del mundo, de acuerdo a un orden jerárquico incluyente, integrando regionalizaciones de organismos marinos establecidas con anterioridad. La región biogeográfica es el nivel más incluyente, seguido de las provincias que incluyen eco regiones.

En el análisis de PAE, de forma análoga a la sistemática filogenética (Tabla 1), las áreas de endemismo se definen por los clados o unidades de análisis que contienen la presencia exclusiva de al menos dos especies (Morrone 1994; 2014; Shiguelo-Nihei 2006). Sin embargo, algunos autores han manifestado la importancia de las áreas

definidas por una sola especie endémica, o exclusiva, en la historia biogeográfica de los organismos. Por ejemplo, en algunas ocasiones estas se relacionan con procesos históricos tempranos o recientes (Marques y Peña-Cantero, 2010)), nombrándolas como áreas secundarias (Ippi y Flores, 2001) o especies relictas (Vargas *et al.* 2008).

Tabla 1. Equivalencias del lenguaje cladístico entre la sistemática filogenética y la biogeografía.

CONCEPTO	SISTEMÁTICA	BIOGEOGRAFÍA
Homología	Estructuras con origen común	Historia espacial en común de los grupos de especies o taxones que se integran espacio-temporalmente
Sinapomorfía	Carácter derivado compartido por dos o más taxones	Especie compartida por dos o más unidades de análisis (taxones sin endémicos). Proceso biogeográfico: Vicarianza
Autopomorfía	Carácter único para un taxón	Especie única para una solo unidad de análisis
Homoplasia	Carácter que se desarrolla independientemente a partir de ancestros diferentes	Especie ampliamente distribuida o distribución incongruente. Proceso Biogeográfico: Dispersión y Extinción

Los resultados obtenidos en el análisis de PAE pueden ser interpretados como dinámicos o estáticos. Desde el punto de vista dinámico, el PAE indica relaciones de áreas (Cardoso da Silva y Oren 1996). Sin embargo, Rosen (1988b) caracteriza a este análisis bajo el punto de vista estático “definición de congruencia espacial” (Shigueo-Nihei, 2006). Por otro lado, la biogeografía es considerada una disciplina sintética e interdisciplinaria, al involucrar la información obtenida por parte de la taxonomía

biológica y la distribución geográfica de los organismos, además, el conocimiento de los eventos geológicos, climáticos y ambientales es de suma importancia para comprender y explicar los patrones biogeográficos. Un proceso biogeográfico es aquel evento que da explicación a la distribución de los taxones (Morrone 2009), por lo tanto, una vez que se han descubierto los patrones, se obtienen las explicaciones sobre los procesos que le dan forma, y así se formula una hipótesis biogeográfica, la cual se define como la suposición de la historia espacial de un taxón, grupos de taxones o biotas (Brown y Lomolino 1998).

Se han propuesto dos principales enfoques dentro de la biogeografía de acuerdo a la escala de tiempo y espacio. El primer enfoque, conocido como biogeografía ecológica, analiza los patrones de distribución geográfica a nivel de especies o poblaciones, en función de las interacciones bióticas y abióticas que actúan en periodos cortos de tiempo y a una pequeña escala espacial. El segundo enfoque, conocido como biogeografía histórica, analiza los patrones de distribución geográfica de especies u otros taxones supraespecíficos a lo largo de sus intervalos de distribución, y se interesa por procesos que ocurren a lo largo del tiempo geológico y evolutivo (Crisci *et al.* 2000; Zunino y Zullini, 2003; Morrone, 2009). La distinción entre estos dos enfoques implica un continuo donde las partes extremas (ecológico o histórico) son fáciles de identificar, sin embargo, eventos o procesos intermedios son difíciles de ubicar, por ejemplo, los refugios Pleistocénicos (Cox y Moore, 2005). Es importante mencionar que la posibilidad de que la biogeografía implique la integración de eventos históricos, ecológicos y azarosos (Haydon *et al.*, 1994).

Los principales procesos biogeográficos que explican los patrones de distribución son:

- a) **Vicarianza:** aparición de barreras geográficas provocan la fragmentación o aislamiento, en diferentes sectores de la distribución de organismos que probablemente han ocupado todo el espacio geográfico o ecológico disponible. Consecuentemente, ocurre una diferenciación en nuevas especies (Morrone 2009).
- b) **Dispersionismo:** Se define como el movimiento aleatorio de organismos que cruzan barreras geográficas, seguido del establecimiento exitoso de especies en áreas distantes y la subsecuente diferenciación entre ellas (Cowie y Holland, 2006). Se relaciona principalmente con dispersión a larga distancia.
- c) **Extinción:** referida a la desaparición total de un taxón. Este proceso oscurece los patrones de distribución, ya que las biotas pueden parecer diferentes debido a una extinción ocurrida en alguna de las áreas (Lieberman, 2005).

Para el caso de la biogeografía marina, Okolodkov (2010) propone que los principales componentes para explicar los procesos biogeográficos marinos no son muy diferentes a los descritos por la biogeografía terrestre. Éstos deben relacionarse con la deriva continental, la historia climática y geológica de la Tierra y las extinciones, entendiendo la dinámica de las áreas bajo dos procesos de especiación principales: la alopatría y la simpatría (Mayr, 1942; Coyne y Orr, 2004).

La especiación alopátrida o geográfica (Mayr, 1942), consiste básicamente en la separación geográfica de un acervo genético continuo, de tal forma que se lleguen a producir dos o más poblaciones geográficas aisladas (Perfectii, 2002), siendo la vicarianza uno de los procesos que pueden explicar este modelo de especiación (Wiley, 1981). Por otro lado, la especiación simpátrida implica la divergencia de algunos demes hasta conseguir independencia evolutiva dentro de un mismo espacio geográfico (Perfectii, 2002). Platnick (1981) considera que las distribuciones simpátricas son un prerequisite para identificar áreas de congruencia o endemismo.

De manera sintética, Lüning (1990), Golikov *et al.* (1990), y Cowman y Bellwood (2013) proponen que eventos geológicos como el origen del Mar de Tethys, la expansión del océano Pacífico, la fragmentación de Laurasia y Gondwana, el cierre del mar de Tethys y los procesos geológicos relacionados con la complejidad de hábitats, por ejemplo, la aparición de la península de Indonesia o la de Yucatán, pueden ser considerados los principales eventos relacionados con los procesos dispersionistas y vicariantes de los organismos marinos a una escala global, y por lo tanto, con la explicación de los patrones de distribución biogeográfica.

Las áreas de endemismo se definen de mejor forma cuando se obtiene congruencia distribucional para un buen número de taxones, por ello, los grupos que contengan una alta diversidad de especies, y donde se tenga una buena aproximación sobre la distribución, son elementos de gran importancia para la elección de algún modelo biológico a tratar en biogeografía.

En el caso de los organismos marinos, algunos géneros de algas son bien representados a nivel mundial, en cuanto a su distribución y diversidad. Entre estos grupos destacan los representantes del género *Laurencia* J.V.Lamouroux (Fig. 1), cuya área de distribución comprende los océanos Atlántico, Índico y Pacífico en las franjas tropicales y subtropicales (Senties y Fujii, 2002). De acuerdo con Hernández-Cervantes *et al.* (enviado) se reportan 130 nombres válidos taxonómicamente en el grupo.



Figura 1. Algunos hábitos presentes en las especies del género *Laurencia*.

Este género forma parte de la familia Rhodomelaceae, en la división Rhodophyta (algas rojas), descrito por J.V. Lamouroux en 1813. Morfológicamente se caracteriza

por la presencia de cuatro células pericentrales por cada segmento axial vegetativo, tetrasporangios originados a partir de células determinadas pericentrales, ramas espermatangiales producidas a partir de tricoblastos, los cuales se originan a partir de células periaxiales (tipo tricoblasto, Figura 2) (Sentíes y Fujii, 2002).

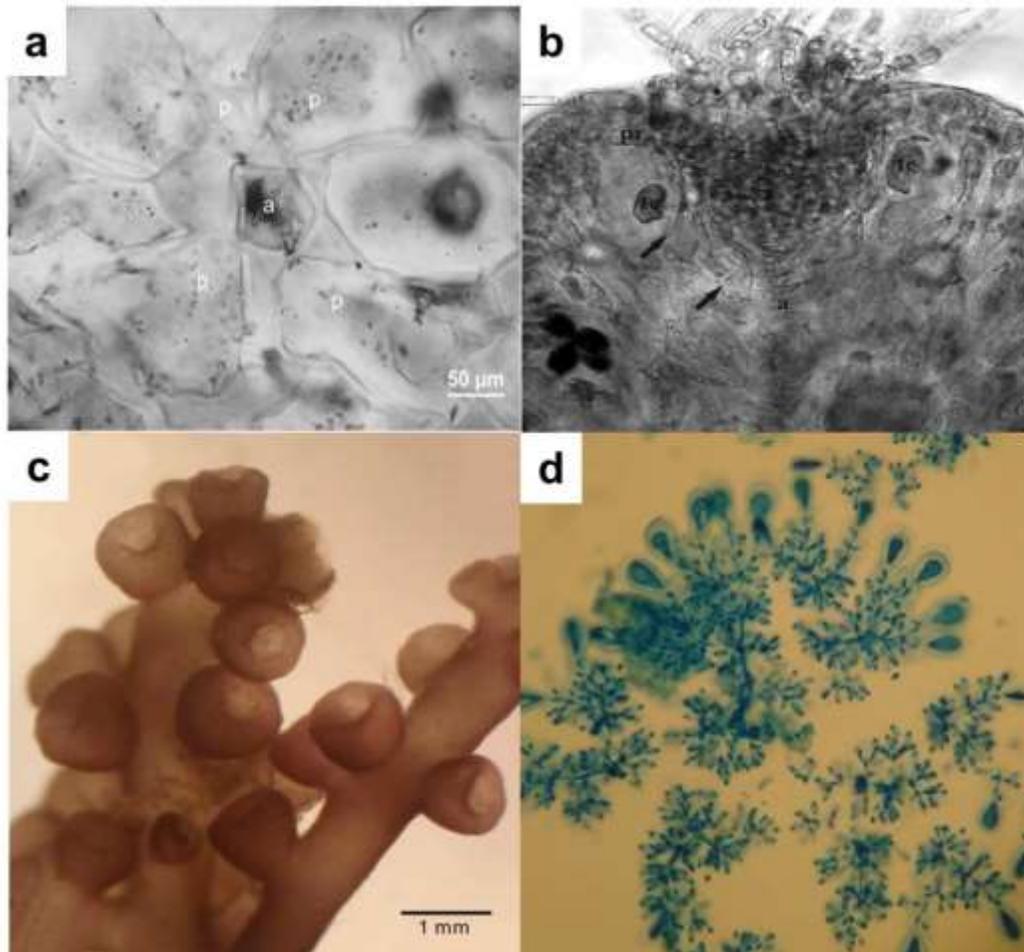


Figura 2. Caracteres morfológicos que definen al género *Laurencia*: a) cuatro células pericentrales por cada segmento axial, b) tetrasporangios originados a partir de determinadas células pericentrales, c) talo con ápices que portan ramas espermatangiales, y d) ramas espermatangiales (tipo tricoblasto).

Durante los últimos quince años, ha habido un intenso trabajo sistemático centrado en el concepto de *Laurencia* manejado por Lamouroux desde el siglo XIX, el

cual ha redundado en la segregación de numerosas especies en nuevos géneros, secciones y otras categorías taxonómicas (ej. *Chondrophyucus* (Tokida *et* Saito) Garbary *et* J.T. Harper (Garbary y Harper 1998), *Laurencia* s.s. J.V. Lamouroux (1813), *Laurenciella* Cassano, Gil-Rodríguez, Senties, Díaz-Larrea, M.C. Oliveira *et* M.T. Fujii. (Cassano *et al.* 2012), *Osmundea* Stackhouse (Nam *et al.* 1994), *Palisada* (Yamada) K.W. Nam (Nam, 2007) y *Yuzurua* (K.W. Nam) Martin-Lescanne (Martin-Lescanne *et al.* 2010), brindando la posibilidad de visualizar los intervalos de distribución adecuados con el objeto de formular hipótesis biogeográficas consistentes. Las especies del género presentan desde una amplia distribución, por ejemplo: pantropical, hasta ser restringidas a cierta región, mar u océano. A raíz de los trabajos filogenéticos desarrollados, principalmente en el océano Atlántico y costas del Pacífico Suroeste (Cassano *et al.* 2012a, b, c; Machín-Sánchez *et al.* 2012; Metti *et al.* 2013; Machín-Sánchez *et al.* 2014; Mateo-Cid *et al.* 2014; entre otros), y los trabajos ficoflorísticos y monográficos a nivel mundial (Furnari *et al.* 2001; Senties y Fujii, 2002; Fujii y Senties, 2005; Gil Rodríguez *et al.* 2012; entre otros), se ha podido esclarecer y resolver problemas de circunscripción taxonómica. Actualmente se cuenta con una buena idea de la diversidad específica (las 130 spp. mencionadas) y, en consecuencia, un conocimiento más coherente de los intervalos de distribución específicos.

Para el grupo de las macroalgas no se cuenta con aproximaciones que incorporen el conocimiento de patrones biogeográficos y menos aún, la definición de las áreas de endemismo. Uno de los principales aportes ha sido el trabajo realizado por Lüning (1990), donde se aproxima a una posible historia paleobiogeográfica de las

algas bentónicas en diferentes regiones del mundo, además de describir el papel que juegan las características ecológicas y fisiológicas en la distribución de estos organismos, propio de la biogeografía ecológica. Otros trabajos han definido patrones de acuerdo a endemismos, riqueza de especies o abundancia; sin embargo, las interpretaciones han sido visualizadas por procesos ecológicos, considerando a factores como la temperatura y el gradiente latitudinal, como las principales causas que explican dichos patrones (Adey y Steneck, 2001; Adey *et al.* 2006; Kerswell, 2006; Fernández-García, 2012; Sales *et al.* 2012). Mientras tanto, en lo que a la perspectiva histórica respecta, los trabajos se han centrado en el dispersionismo como el principal proceso biogeográfico que explica la distribución actual de algunos grupos de algas (Boedeker *et al.* 2010; Tronholm *et al.* 2012; Silberfeld *et al.* 2013).

Haroun y Prud'Homme Van Reine (1993) realizaron un estudio biogeográfico de los géneros *Laurencia* e *Hypnea* J.V. Lamouroux en la región de la Macaronésia, y concluyeron que la afinidad que se tiene con las costas tropicales y subtropicales de América, se debe, principalmente, a la relación que guardan estas áreas al haber pertenecido al mar de Tethys; además, mencionan el papel que juega la dispersión como principal proceso que explica la presencia del género en la Macaronésia. Por último, vale la pena destacar que el único trabajo referido para México, lo realizó Dreckmann (2012), donde definió las áreas de congruencia de los géneros *Gracilaria* e *Hydropuntia* a nivel mundial basado en la taxonomía de mapas, ya mencionada, para las especies de ambos géneros, evidenciándose una correspondencia con la taxonomía infragenérica para estos grupos.

Dado que el género *Laurencia* representa uno de los grupos principales de macroalgas, distribuido a lo largo de las costas tropicales y subtropicales del mundo, y con una gran diversidad de especies, se entiende la necesidad de analizar las unidades biogeográficas o áreas de endemismo, los procesos involucrados en su historia evolutiva y su probable repercusión en la sistemática del grupo.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para este análisis se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Es posible definir áreas de endemismo usando el género *Laurencia*?

De ser así, ¿Cuáles son los eventos geográficos-geológicos que explican la existencia de las áreas de endemismo del grupo? y, ¿las áreas de endemismos en *Laurencia* pueden representar categorías infragenéricas?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar las áreas de endemismo para el género *Laurencia*.

3.2 Objetivos Particulares

- Construir una base de datos de la distribución de las especies del género *Laurencia*.
- Realizar un análisis de simplicidad de endemismos.
- Delimitar las áreas de endemismo del género *Laurencia*.
- Identificar los posibles eventos que expliquen la distribución del género.
- Contrastar las áreas de endemismo de *Laurencia* con las posibles categorías infragenéricas en el grupo.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Construcción de base de datos

Se obtuvieron los registros del género *Laurencia* a nivel mundial, a partir de la literatura especializada, conformada por catálogos de especies, listados, monografías taxonómicas y artículos especializados (Saito y Womersley, 1974; Lewis, 1984; Silva *et al.* 1987; McDermid, 1988; Zhang y Xia, 1988; Yoshida *et al.* 1990; Ramírez y Santelices, 1991; Verheij y Prud'homme van Reine, 1993; Silva *et al.* 1996; Hoffmann y Santelices, 1997; Masuda *et al.* 1997; Abbott, 1999; Furnari *et al.* 1999; Skelton y South, 1999; Coppejans y Millar, 2000; Furnari *et al.* 2001; Sahoo *et al.* 2001; Lipkin y Silva, 2002; Masuda *et al.* 2002; Senties y Fujii, 2002; Huisman y Borowitzka, 2003; Lobban y Tsuda, 2003; South y Skelton, 2003; Tsuda, 2003; Womersley, 2003; Nam, 2004; Ateweberhan y Prud'homme van Reine, 2005; Fujii y Senties 2005; Oliveira *et al.* 2005; Wynne *et al.* 2005; Nam, 2006; Titlyanov *et al.* 2006; Bolton *et al.* 2007; Skelton y South, 2007; Bostock y Holland, 2010; Castañeda-Fernández de Lara *et al.* 2010; N'Yeurt y Payri, 2010; Yoshida y Yoshinaga, 2010; Fernández-García *et al.* 2011; Nam, 2011; Atmadja y Prud'homme van Reine, 2012; Anon, 2012; Gil-Rodríguez *et al.* 2012; Miller, 2012; Tsuda y Walsh 2013; Ang *et al.* 2014; John y Al-Thani, 2014; Norris, 2014; Tsuda, 2014; Fujii y Cassano, 2015; Hernández-Cervantes *et al.* enviado). Se constató la validez taxonómica de las especies y de cada uno de los registros. La base de datos se construyó registrando las localidades, regiones o países donde las especies del género han sido reportadas en el mundo, junto con su georeferenciación y, se eliminaron las especies que no ofrecieron información en cuanto a su distribución. Como unidades de

área se seleccionaron aquellas de la regionalización de Spalding *et al.* (2007). Además, se obtuvieron los valores de riqueza específica (número de especies) para cada una de las localidades referidas en esta base de datos. Con ayuda del programa QGIS (Quantum GIS Development Team, 2014) se mapeó la distribución del género *Laurencia* en base al valor de la riqueza específica (Apéndice 1).

4.2 Análisis de PAE

Para el análisis de PAE se utilizaron, como unidad de análisis, las provincias biogeográficas propuestas por Spalding *et al.* (2007). La provincia Lusitana fue dividida en dos: insular (Archipiélago de la Macaronésia) y continental (Sur de la costa del Atlántico Europeo y Noroeste de África), principalmente por la continuidad observada en la composición de especies del género a lo largo del archipiélago (Hernández-Cervantes *et al.* enviado) y la afinidad que guarda esta área con diferentes regiones del mundo (Haroun y Prud'Homme Van Reine, 1993). Se construyó una matriz binaria, donde las filas estuvieron representadas por 33 provincias o unidades de análisis y, las columnas por 96 especies del género *Laurencia* útiles para el análisis. Se codificó con un "1" la presencia de las especies del género por unidad de análisis y con un "0" la ausencia de la misma (Apéndice 2). Adicionalmente, se codificó un área hipotética con solo ceros (ausencia de especies) para enraizar y polarizar el cladograma resultante. La construcción del cladograma se llevó a cabo mediante una búsqueda heurística, utilizando la estrategia TBR+TBR en el programa NONA (Goloboff, 1993) en Win Clada (Nixon, 1999). Se generó un árbol de consenso estricto para combinar la información

obtenida de los árboles igualmente parsimoniosos en una sola topología (Morrone, 2014).

4.3 Delimitación de áreas de endemismo

Para el análisis de PAE, las áreas de endemismo fueron identificadas por los clados y unidades de análisis que se caracterizaron por la presencia de al menos dos especies únicas o restringidas (estados sinapomórficos y autopomórficos). Además, se definieron áreas secundarias y se identificaron a las especies que conformaron cada una de éstas. Se generaron categorías de áreas (áreas de endemismo, áreas secundarias y posibles cosmopolitismos) de acuerdo a los intervalos de distribución de las especies de *Laurencia*.

4.4 Identificación de eventos geológicos

Los eventos geológicos que explicaron el patrón de endemismos fueron tomados de Golikov *et al.* (1990), Haroun y Prud'homme Van Reine (1993), Brown y Lomolino, (1998); Cowman y Bellwood (2013); y la página electrónica de *PaleoMap Project* (Scotese, 2010).

4.5 Significado sistemático

Se realizó la diagnosis de cada una de las áreas de endemismo del género mediante las especies que las sustentaron, proponiendo como categorías infragenéricas a cada una de estas agrupaciones bajo el principio de homología primaria biogeográfica. Dichas categorías fueron discutidas con las hipótesis

filogenéticas disponibles para el género *Laurencia* (Abe *et al.* 2006; Fujii *et al.* 2006; Nam, 2006; Cassano, 2009; Martin-Lescanne *et al.* 2010; Fujii *et al.* 2011; Cassano *et al.* 2012a; Cassano *et al.* 2012b; Cassano *et al.* 2012c; Machín-Sánchez *et al.* 2012; Metti *et al.* 2013; Collado-Vides *et al.* 2014; Francis, 2014; Machín-Sánchez *et al.* 2014; Mateo-Cid *et al.* 2014), principalmente el estado de monofilia de las especies que definen a las áreas de endemismo.

5. RESULTADOS

Se obtuvo una base de datos que incluyó un total de 1 262 registros correspondientes a las 130 especies válidas del género *Laurencia*, presentes en un total de 501 localidades en todo el mundo. Estos registros se presentan en el siguiente listado:

5.1 Lista de especies del género *Laurencia*

1. ***Laurencia aguilar rosasorum*** J.N.Norris 2014: 250, fig. 124a
 - Localidad Tipo: Playa las Conchas, Puerto Peñasco, México.
 - Distribución:
California: México: Sonora (Puerto Peñasco “Playa las Conchas”).
2. ***Laurencia aldingensis*** Saito & Womersley 1974: 821, figs 1B-D, 7
 - Localidad tipo: Aldinga Reef, Sur de Australia.
 - Distribución:
Sur de Brasil: Espírito Santo (Anchieta “Ilhote de Ubu”) y Castelhanos. Rio de Janeiro: Armação dos Búzios.
Sureste de Australia: Aldinga Reef y Venus Bay.
Suroeste de Australia: Port Broughton y Port Turton.
3. ***Laurencia arbuscula*** Sonder 1845: 55
 - Localidad tipo: cerca de Fremantle, Australia Occidental.
 - Distribución:
Australia Oeste Central: Fremantle e Isla Rottnest.
Sureste de Australia: Cape Lannes, Cape Liptrap, Discovery Bay, Marino, Petrel Cove, Port McDonnell, Robe, San Remo, Shoreham y Stanley.
Suroeste de Australia: Cape Carnot, Cape Jervis, Crinolin Point, Head of Bight, Two Peoples Bay, Vivonne Bay y Walkerville.
4. ***Laurencia batracopus*** (Bory de Saint-Vincent) Greville 1830: lii

- Localidad tipo: Concepción, Chile.
 - Distribución:
Sudamérica Oeste: Chile: Concepción.
5. ***Laurencia botrychioides*** Harvey 1855: 234
- Localidad tipo: Bay of Islands y “Parimahu”, Nueva Zelanda.
 - Distribución:
India: costas de la India.
Norte de Nueva Zelanda: Bay of Islands.
Sur de Nueva Zelanda: Parimahu.
6. ***Laurencia botryocephala*** Kützing 1849:130
- Localidad tipo: cerca de Cabo de Buena Esperanza.
 - Distribución:
Sudáfrica: Cabo de Buena Esperanza.
7. ***Laurencia botryoides*** (C.Agardh) Gaillon 1828: 363
- Localidad tipo: Isla Kent, Bass Strait, Australia.
 - Distribución:
Costa Sonda: Singapur.
Pacífico Tropical Suroeste: Islas Fijii
Sudáfrica: Bahía de Natal.
Sureste de Australia: Bahía Bridgewater, Bass Strait, Bicheno, Currie, Cape Conran, Isla Kent, Lady Bay, Lawrence Rocks, Musselroe Bay, Nora Creina, Point Lonsdale, Port Arthur, Remine, Robe y Tessellated Pavement.
8. ***Laurencia brachyclados*** Pilger 1920: 6, figs 9, 10
- Type Locality: Islas Annobon, Guinea.
 - Distribución:
Costa Sonda: Tailandia: An Thoi. Vietnam: Ba Lang y Con Dao.
Golfo de Guinea: Guinea Ecuatorial: Isla Annobon.
Islas de Hawaii: costas de las Islas de Hawaii.
Islas del Atlántico Sur: Isla de Ascención.
9. ***Laurencia brongniartii*** J.Agardh 1841: 20

- Localidad tipo: Martinica, Indias Occidentales.
- Distribution:
 - Australia Este Central:** Coffs Harbour y Moreton.
 - Australia Oeste Central:** Cape Peron, Islas Albrolos y Isla Rottneest.
 - Costa Sonda:** Indonesia: Jakarta.
 - Este de África:** Madagascar.
 - Este del Triangulo Coral:** Nueva Guinea: Bahía Hansa.
 - Golfo de Guinea:** Ghana.
 - India:** Sri Lanka.
 - Islas del Este de Australia:** Islas Lord Howe e Islas Norfolk.
 - Islas de la Macaronésia:** Canary Islands: El Hierro y Lanzarote (registros inciertos).
 - Mar de China:** Corea.
 - Mar Caribe y Golfo de México:** Costa Rica: Punta Coclas. Cuba: Havana City. Martinica. Mexico: Quintana Roo (Bajo Pepito and Isla Mujeres “Muelle and Playa los Cocos”).
 - Norte de Asia:** Japon.
 - Norte de Australia:** Bahía Wide, Cooktown, Port Curtis y North Kennedy.
 - Norte de Europa:** Irlanda.
 - Oeste del Triangulo Coral:** Filipinas: Norte de Ilocos, Sulu y Zamboanga. Indonesia: Sulawesi
 - Sudáfrica:** Bahía de Natal.
 - Sur de Europa y Noroeste de África:** Francia: Breast.
 - Sur del Mar de China:** Taiwan: Isla Panghu.
 - Sureste de Australia:** Aldinga Reef, Mallacoota, Port Noarlunga y Port Phillip.
 - Suroeste de Australia:** Ellison, Isla Hamelin e Isla Kermadec.

10. ***Laurencia caduciramulosa*** Masuda & Kawaguchi in Masuda *et al.* 1997: 3, figs 1-11

- Localidad tipo: Isla Hon Tre, Islas Tien Hai, Hatien, Provincia Kien Giang, Vietnam.
- Distribución:
 - Brasil Oriental:** Bahía (Arrecife Sebastião Gomes).
 - Costa Sonda:** Indonesia: Jakarta. Malasia: Besar Palau y Terengganu. Vietnam: Isla de Hon Tre.
 - Islas de la Macaronésia:** Canary Islands: Tenerife (Punta del Hidalgo).
 - Mar Caribe y Golfo de México:** Cuba: Habana City (Rincón del Guanabo). EUA: Florida (Key Biscayne “Crandon Park”).

Mar Mediterráneo: Francia: costa francesa del mar Mediterráneo. Grecia: Zakynthos (Bahía Laganas, Marathonissi and Palouzo (Tsikira and Haritonidis 2005)). Italia: Linosa Island (Fila, Isla Lachea y Punta Arena Bianca).
Sur de Brasil: Rio de Janeiro (Bahía da Ilha Grande).

11. ***Lauecia calliclada*** Masuda 1997: 273-282

- Localidad tipo: An Thoi, Isla Phu Quac, Provincia Kien Giang, Vietnam.
- Distribución:
Costa Sonda: Malasia: Terengganu. Vietnam: Isla Phu Quoc.

12. ***Laurencia calliptera*** Kützing 1865: 24, table 69c,d

- Localidad tipo: Nueva Caledonia
- Distribución:
Nueva Caledonia: No se especifica.

13. ***Laurencia caraibica*** P.C.Silva 1972: 205

- Localidad tipo: Bahía Abraham, Mariguana (Mayaguana), Bahamas.
- Distribución:
Brasil Oriental: Rio Grande do Norte (Atol das Rocas) y Bahía.
India: Costas de la India.
Mar Caribe y Golfo de México: Antillas Menores. Bahamas: Bahía Abraham (Mayaguana). Belice: Carry Bow Cay (Norris and Bucher 1982) and Pelican Cays. Cuba: Bucunayagua, Ciudad de Habana y Guanahacabibes. Jamaica. México: Campeche (Cayo Arca), Quintana Roo (Banco Chinchorro “Cayo Centro, Cayo Lobos and Cayo Norte”, Caleta Xel-há, Cancún, Cayo Valencia, Extremo Norte, Isla Cancún, Isla Cozumel “Caletilla, Chen Río, El Mirador, El Muelle, Playa del Carmen, Playa Encantada o Caracol, Playa San Juan, Punta Chiquero and Punta Morena”, Isla Mujeres “Playa Lancharos”, Playa Garrafón, Playa Hotel Presidente, Playa Xcal-cel, Punta Cancún, Punta Herrero, Puerto Morelos, Punta Nizuc, Sian Ka’an and Xcalak), Tamaulipas (Ciudad Madero “Rio Panuco”) y Veracruz (Isla Santiaguillo). Venezuela.
Norteamérica: Bermuda: Isla Bermuda, Isla Gibbet y Isla Somerset.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Cebu.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei.
Sureste de Polinesia: Polinesia Francesa.

14. ***Laurencia caspica*** A.D.Zinova & Zaberzhinskaya in Zaberzhinskaya, Zinova & Petrov 1967: 200, fig. 48

- Localidad tipo: Línea de costa de Azerbaijan, Mar Cáspico.

- Distribución:

Mar Negro: Azerbaijan (único registro para el Mar Caspio. Rumanía: Dobogrea, Reserva de la Biosfera de la Delta del Danubio y Siut Ghiol.

15. ***Laurencia catarinensis*** Cordeiro-Marino & M.T. Fujii 1985: 47, figs 1-18

- Localidad tipo: Playa Mole, Isla Santa Catarina, Estado de Santa Catarina, Brasil.

- Distribución:

- **Brasil Oriental:** Rio Grande do Norte (Maracajaú).

Islas de la Macaronésia: Islas Canarias: El Hierro (Arenas Blancas, La Caleta and Punta de la Restinga), Fuerteventura (El Cotillo, Isla de Lobos, Las Lajas and Veril Blanco), Gran Canaria (Las Canteras and Sardina del Norte), La Gomera (Charco del Conde, costa Norte, costa Noreste, Punta de la Dama y Valle Gran Rey), La Palma (La Herradura y Las Salinas-Cancajos), Lanzarote (Arrecife, Islote del Francés Arrecife y La Graciosa) y Tenerife Island (El Pris, El Puerto de la Cruz, El Socorro, Los Cristianos, Playa Paraíso, Punta del Hidalgo y Puerto de la Cruz).

Sur de Brasil: Espírito Santo (Anchieta “Ponta do Castelhanos”), Santa Catarina (Ilha Santa Catarina “Praia Mole” y Prainha de Barra de Lagoa), Rio de Janeiro Parati (Cairuçu), Ilha do Bonfim and Ponta da Fortaleza, y São Paulo (Ilhabela “Saco do Eustáquio”).

16. ***Laurencia cervicornis*** Harvey 1853: 73, pl. 18C

- Localidad tipo: Key West, Florida, EUA.

- Distribución:

Mar Caribe y Golfo de México: Barbados. Cuba: Guardalavaca.

Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa.

17. ***Laurencia chilensis*** De Toni, Forte y M.A.Howe en De Toni y Forte 1920: 689

- Localidad tipo: Chile

- Distribución:

Oeste de Sudamerica: Concepción e Isla de Fuego.

18. ***Laurencia chinensis*** C.K.Tseng 1943: 198, pl. 3: figs 1-3

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

Mar de China: China: Norte de China. Corea

Norte de Australia: North Kennedy

Sur del Mar de China: Hong Kong.

19. ***Laurencia chondrioides*** Børgesen 1918: 252, figs 243-246

- Localidad tipo: Isla Saint John, Isla Virgenes.

- Distribución:

- **Islas de la Macaronésia:** Islas Canarias: Lanzarote (en duda).

Mar Caribe y Golfo de México: Cuba: Archipiélago de los Canarreos y Cayo de Alonzo. Islas Virgenes: St John. México: Quintana Roo (Xcalak).

Mar Mediterráneo: España: Islas Baleares e Islas Columbretes. Francia: (Invasora): Hyères y Islas Porquerolles. Grecia: Zakyntos. Israel (invasora): Achziv, Haifa-Bat Galim, Rosh Hanika y Shavei Zion. Italia: Islas Aeolian, Isla Lachea, Isla Linosa, Islas Tremiti y Tuscany.

Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Cebu.

20. ***Laurencia clarionensis*** Setchell y Gardner 1937: 81, pl. 7, figs 19-21

- Localidad tipo: Islas Revillagigedo.

- Distribución:

Pacífico Tropical Americano: México: Islas Revillagigedo.

21. ***Laurencia clavata*** Sonder 1853: 694-695

- Localidad tipo: Península Lefevre, Sur de Australia.

- Distribución:

Australia Oeste Central: Isla Rottneest, Port Denison y Safety Bay.

Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.

Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Sulu.

Sureste de Australia: Bathurst, Cape Jaffa, Cape Lannes, Lawrence Rocks, Nora Creina, Port Noarlunga, Robe y Safety Cove.

Suroeste de Australia: Eastern Cove, Isla Kangaroo, Lefevre Peninsula, Nuyts Reef, Port Elliot, Port Turton, River American y Walkerville.

22. ***Laurencia claviformis*** Børgesen 1924: 298, fig. 39 a, b

- Localidad tipo: Hanga Piko, Isla de Pascua, Chile.

- Distribución:

Isla de Pascua: Anakena, Apina Nui, Hanga Piko y La Perouse.

Oeste de Sudamérica: Chile: Concepción.

Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa.

23. ***Laurencia coelenterata*** D.L. Ballantine & Aponte 1995: 417-418, figs 1-8

- Localidad tipo: Dry Tortugas, Florida, EUA.

- Distribución:

Mar Caribe y Golfo de México: Bahamas: Isla Lee Stocking. Cuba: Guardalavaca y Ciudad de la Habana. EUA: Florida (Dry Tortugas).

24. ***Laurencia complanata*** (Suhr) Kützing 1849: 857

- Localidad tipo: Bahía de Natal, Sudáfrica.

- Distribución:

Este de África: Mozambique.

Sudáfrica: Bahía de Natal.

25. ***Laurencia composita*** Yamada 1931: 236, figs R, S; pl. 23

- Localidad tipo: Enoshima, Prefectura de Kanagawa, y Mera, Prefectura de Chiba, Japon.

- Distribución:

Mar Caribe y Golfo de México: Trinidad y Tobago.

Mar de China: Corea: Isla de Jeju. Japón: Enoshima y Mera.

Oeste del Triangulo Coral: Filipinas: Norte Ilocos.

Norte de Asia: Japón. China: Mar Amarillo y Mar de Bonhai.

26. ***Laurencia congesta*** Taylor 1945: 292, pl. 99, fig.a 1

- Localidad tipo: Playa Negra, Isla Santa María, Islas Galapagos.

- Distribución:

Islas Galápagos: Isla Santa María (Playa Negra).

27. ***Laurencia coronopus*** J. Agardh 1852: 761

- Localidad tipo: "in mare nigro ad littus Tauriae" (Mar Negro).

- Distribución:

Mar Mediterráneo: Francia: Herault (l'Etang de Thau).

Mar Negro: Bulgaria: Athopol. Rumanía: Comorova, Dobrogea, Eforie Sud, Mamaia y Mangalia.

28. ***Laurencia corymbosa*** J.Agardh 1852: 747

- Localidad tipo: Cape of Good Hope, South Africa.
- Distribución:

Costa Sonda: Vietnam: Sur de Vietnam.

Este de África: Seychelles.

Mar Caribe y Golfo de México. México (registros dudosos): Campeche, Quintana Roo (Isla Cozumel “Playa San Juan”) and Yucatán (Isla Pérez).

Pacífico Tropical Suroeste: Islas Fiji.

Sudáfrica: Bahía de Natal y Cabo de Buena Esperanza.

Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa.

29. ***Laurencia crustiformans*** K.J.McDermid 1989: 352, figs 2-8

- Localidad tipo: Lualualei Beach Park, Oahu, Hawaii.
- Distribución:

Islas de Hawaii: Black Point, Chun’s Reef, Halape, Halawa Bay, Halone Beach, Hana Maui, Ho’Okena, Keahole Point, Kealakekua, Kaneohe, Koko Head, Kulaupapa, Laniloa, Lualualei, Moloaa Bay, Nanakuli y Poipu Beach.

Norte de Australia: Barrera de Coral.

30. ***Laurencia decidua*** E.Y.Dawson 1954: 8, pl. 4: fig. 1

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:

California: EUA: California

Pacífico Tropical Americano: El Salvador.

31. ***Laurencia decumbens*** Kützing 1863: 18, pl. 51: figs a, b

- Localidad tipo: Nueva Caledonia.
- Distribución:

Australia Este Central: Moreton

Brasil Oriental: Rio Grande do Norte (Atol das Rocas).

Costa Sonda: Indonesia: Jakarta. Malasia: Kedah. Vietnam: Sur de Vietnam.

Este de África: Isla Reunión. Mauricio. Seychelles: Isla Aldabra. Tanzania.

Este del Triángulo Coral: Nueva Guinea.

Islas de Hawaii: costas de Hawaii.

Islas Centrales del Índico: Chagos: Atolón Diego Garcia.

Mar Caribe y Golfo de México: Venezuela.

Norteamérica: Bermuda: Isla Bermuda.
Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis y Wide Bay.
Nueva Caledonia: costas de Nueva Caledonia.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Samar.
Sur del Mar de China: China: Islas Xisha.
Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa.

32. *Laurencia dendroidea* J.Agardh 1852: 753

- Localidad: Brasil (sitio no especificado).
- Distribución:
 - Australia Este Central:** Moreton
 - Australia Oeste Central:** Port Denison, Isla Albrolos e Isla Rottneest.
 - Brasil Oriental:** Bahia (Lauro Freitas “Vilas do Atlântico Beach”).
 - Costa Sonda:** Indonesia: Jakarta. Malasia: Kuching, Palau Redang y Teluk Kalong.
 - Vietnam: Bao Dai.
 - Este de África:** Kenya. Seychelles.
 - Este del Triángulo Coral:** Nueva Guinea.
 - Golfo de Guinea:** Camerún. Gabón. Ghana.
 - India:** costas de la India. Siri Lanka.
 - Islas Centrales del Índico:** Islas Maldivas.
 - Islas del Este de Australia:** Isla Lord Howe e Isla Norfolk.
 - Islas de Hawaii:** Gardner Pinnacles.
 - Islas de la Macaronésia:** Cabo Verde. Islas Canarias: Fuerteventura, Gran Canaria, La Palma, Lanzarote y Tenerife. Madeira: Isla de Madeira e Islas Salvajes.
 - Islas Marshall:** Atolón Wake.
 - Mar Caribe y Golfo de México:** Antillas Holandesas. Antillas Menores. Barbados. Costa Rica. Jamaica. Trinidad and Tobago. Venezuela.
 - Mar de China:** China. Corea.
 - Mar Mediterráneo:** Francia (registro incierto). Grecia: Bahía Zakyntos. Italia: Lecce and Isla Linosa.
 - Norte de Asia:** costas de Japón.
 - Norte de Australia:** Cooktown, Port Curtis y North Kennedy.
 - Noroeste de Australia:** Dampier y Marsey Point.
 - Norte América:** Bermuda: Gibbons Bay, Somerset Long Bay park y West Whale Bay. EUA: Carolina del Norte.
 - Nueva Caledonia:** costas de Nueva Caledonia.
 - Oeste de Triángulo Coral:** Filipinas: Bulusan. Malasia: Bankawan, Kota Kinabalu, Labuan, Palau Nunuyan, Palaus Tikus y Tanjung Kaitan.

Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Chuuk y Pohnpei. Guam. Palaos.

Península Arábiga: Iran. Omán: Bar al Hickman, Dhofar y Islas Daymaniyat.

Polinesia Central: Islas Samoanas: Isla Sawains.

Sur de Brasil: Espirito Santo (Anchieta “Castelhanos Beach” y Marataízes). Rio de Janeiro: (Armação dos Búzios, Angra do Reis “Praia do Velho and Ilha Cataguazes”, Forno Inlet, Ilha de Cabo Frio, Praia do Forno, Praia Rasa, Rio das Ostras “Areias Negras” y Parati “Praia da Lula”), Santa Catarina y São Paulo (Ubatuba “Praia do Felix y Ilha das Couves”).

Sur del Mar de China: China: Islas Xisha.

Sureste de Australia: Aldinga Reef, Bass Strait, Cape Schanck, Crayfish Point y Marino.

Suroeste de Australia: Billy Lighth Point, Coffin Bay, Isla Flinders, King George Sound y River American.

Sur de Europa y Noroeste de Africa: Gambia. Senegal: Norte de Senegal.

33. ***Laurencia densissima*** Setchell & N.L.Gardner 1937: 82, pl. 16: fig. 36

- Localidad tipo: Isla Albermale, Islas Galápagos, Ecuador.
- Distribución:

Islas Galápagos: Islas Albermale

34. ***Laurencia disticophylla*** J.Agardh 1852: 762-763

- Localidad tipo: “*in océano Australis*”, probablemente Nueva Zelanda.
- Distribución:

Este del Triángulo Coral: Malasia: Isla Lang. Papúa Nueva Guinea: Isla Kolakola y Isla Riwo.

Isla Norte de Nueva Zelanda: costas de la isla Norte de Nueva Zelanda.

Isla Sur de Nueva Zelanda: costas de la isla Sur de Nueva Zelanda.

Este de África: Kenya. Madagascar. Mauricio. Reunión. Seychelles: Isla Aldabra. Tanzania. Yemen.

Oeste del Triángulo Coral: Filipinas.

Pacífico Tropical Suroeste: Islas Fiji.

Sureste de Australia: Wine Glass Bay.

35. ***Laurencia eleata*** (C.Agardh) J.D.Hooker & Harvey 1847: 401

- Localidad tipo: Isla King, Bass Strait, Australia.

- Distribución:
 - Australia Este Central:** Split Solitary.
 - Australia Oeste Central:** Isla Rottneest y Port Denison.
 - Este de África:** Tanzania. Yemen.
 - Norte de Australia:** Cannan Reef.
 - Sureste de Australia:** Bass Strait, Bicheno, Isla King, Isla Lady Julia Percy, Isla Satellite, Nora Creina, Port McDonnell, Remine y San Remo.
 - Suroeste de Australia:** Elliston, Isla Pearson, Pennington Bay, Pondalowie Bay, Port Elliot y Vivonne Bay.
 - Sudáfrica:** Bahía Natal.

36. ***Laurencia epiphylla*** F.Boisset & J.C.Lino 1998: 215, figs 2,

- Localidad tipo: Alicante: La Granadella, Jávea, España.
- Distribución:
 - Mar Caribe y Golfo de México:** Cuba: Costa Noreste de Cuba (Rincón de Guanabo).
 - Mar Mediterráneo:** España: Alicante (Javea “La Granadela Beach”).

37. ***Laurencia estebaniana*** Setchell & Gardner 1924: 763, pl. 24, fig. 34 and pl. 45a

- Localidad tipo: Isla San Sebastián, Golfo de California, México.
- Distribución :
 - California:** México: Isla San Sebastián.

38. ***Laurencia fastigiata*** Montagne 1846: 95-96

- Localidad tipo: cerca de Argel, Argelia.
- Distribución :
 - Mar Mediterráneo:** Argelia: Argel.
 - India:** Sri Lanka.

39. ***Laurencia fenicalii*** J.N.Norris 2014: 252, fig. 124B

- Localidad tipo: Playa Las Conchas, Puerto Peñasco, Sonora, México.
- Distribución:
 - California:** México: Sonora (Bahía de San Carlos, Puerto Peñasco y Punta Cirios).

40. ***Laurencia filiformis*** (C.Agardh) Montagne 1845: 125

- Localidad tipo: Australia Occidental.
 - Distribución:
 - Australia Este Central:** Moreton.
 - Australia Oeste Central:** Isla Albrolos, Isla Rottneest, Port Denison y Safety Bay.
 - Costa Sonda:** Indonesia: Jakarta.
 - Este de África:** Tanzania.
 - India:** Sri Lanka.
 - Islas del Este de Australia:** isla Norfolk.
 - Mar Caribe y Golfo de México:** Belice: Pelican Cays. Cuba: Costa Nororiental (Holguín “Las Caleta Beach”) e Isla de la Juventud. EUA: Florida (Indian River Lagoon). México: Quintana Roo (Akumal, Bahía de Ascención Sian Ka’an, Banco Chinchorro, Cayo Centro, Cayo Culebra, Cayo Lobos, Cayo Norte, Cayo Pedro Lagartija, Cayo Valencia, Extremo Norte de Isla Mujeres, Halfway Point, Isla Cozumel, Paamul, Puerto Morelos, Punta Allen, Punta Estrella, Punta Hualalpich, Punta Hualostoc, Punta Pajaros, Punta Piedras, Punta Santa María, Punta Tunis, Punta Xoquem, Punta Yamac, Tulum, Xcacel, Xcalak and Zamach). Venezuela (Genesan 1990).
 - Norte de Asia:** Japón.
 - Norte de Australia:** Cooktown, North Kennedy, Port Curtis, Queensland y Wide Bay.
 - Península Arábiga:** Pakistán.
 - Sureste de Australia:** Cape Jaffa, Fluted Cape, Isla Gabo, Isla Lady Julia Percy, Koonyan Bay, Low Head, Marino, Nora Creina, Safety Cove, San Remo, Stapleton Point y Tilba.
 - Suroeste de Australia:** Dutton Bay, Isla Pearson, Pennington Bay, River American, Tiparra Bay, Troubridge, Two People Bay y West Beach.
41. ***Laurencia flexilis*** Setchell 1926: 101, pl. 19: figs 1-6
- Localidad tipo: Tahara Mountain, Tahiti.
 - Distribución:
 - Mar Caribe y Golfo de México:** México: Quintana Roo (Isla Cozumel “Playa San Juan”).
 - Costa Sonda:** Indonesia: Jakarta.
 - Este de África:** Kenya. Madagascar. Mauricio.
 - Este del Triangulo Coral:** Papúa Nueva Guinea.
 - Islas del Este de Australia:** Isla Norfolk.
 - Islas de la Macaronesia:** Madeira: Islas Salvajes.
 - Pacífico Noroeste Tropical:** Estados Federados de Micronesia: Pohnpei. Japón: Islas Ogasawara (Isla Bonin).

Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis y Wide Bay.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Bulusan.
Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa. Tahití: Mont Tahara.

42. *Laurencia flexuosa* Kützing 1849: 856

- Localidad tipo: "cerca Cabo de Buena Esperanza", Sudáfrica.
- Distribución:
Sudáfrica: Bahía de Natal y Cabo de Buena Esperanza.
Sur de Europa y Noroeste de Africa: Mauritania (registro incierto).

43. *Laurencia foldatsii* N.Rodríguez Rios 1981

- Localidad tipo: Taguao, Distrito Federal, Venezuela
- Distribution:
Mar Caribe y Golfo de México: Venezuela.

44. *Laurencia forsteri* (Mertens ex Turner) Greville 1830: lii

- Localidad tipo: probablemente King George Sound, Australia Occidental.
- Distribución:
Australia Oeste Central: Isla Albrolos, Isla Rottneest y Safety Bay.
Este de África: Mauricio.
Norte de Australia: Queensland.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Pangasinán.
Sur del Mar de China: Taiwan.
Sureste de Australia: Aldinga Reef, Low Head y Wilson Promontory.
Suroeste de Australia: Coffin Bay, Emu Bay, Isla Flinders, King George Sound, Lucky Bay, River American y Tiparra Bay.

45. *Laurencia galtsoffii* M.A.Howe 1934: 39, fig. 5

- Localidad tipo: Pearl y Hermes Reef, Hawaii.
- Distribución:
Este del Triángulo Coral: Papúa Nueva Guinea: Isla Boisa.
Golfo de Guinea: Gabón. Ghana. Liberia.
Hawaii: Pearl y Hermes Reef.
Macaronesian Archipiélago: Cabo Verde.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei.
Sur del Mar de China: China: Islas Xisha.

46. ***Laurencia gardneri*** Hollenberg 1943: 218

- Localidad tipo:
- Distribución:
California: EUA: Monterey. México: Baja California Sur (Bahía Tortugas y San Sebastián Vizcaíno).

47. ***Laurencia glomerata*** (Kützing) Kützing 1849: 857

- Localidad tipo: Cabo de Buena Esperanza.
- Distribución:
Sudáfrica: Bahía de Natal y Cabo de Buena Esperanza.
India: costas de la India.
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.
Península Arábiga: Pakistán.
Oeste de Sudamérica: Perú.

48. ***Lurencia gracilis*** J.D.Hooker & Harvey in Harvey 1849: 84

- Localidad tipo: no se especifica.
- Distribución:
Australia Este Central: Moreton.
India: costas de la India.
Norte de Australia: North Kennedy, Port Curtis y Queensland.
Isla Sur de Nueva Zelanda: costa de la isla Sur de Nueva Zelanda.

49. ***Laurencia hamata*** Yamada 1932: 274, pl. 8

- Localidad tipo: Japón.
- Distribución:

Mar de China: Corea.
Norte de Asia: Japón.
Sur del Mar de China: Taiwan.

50. ***Laurencia hancockii*** E.Y.Dawson 1944: 328, 329, 398, 399, pl. 50: fig. 1

- Localidad tipo: Bahía Agua Verde, México.

- Distribución:
California: México: Baja California Sur (Bahía Agua Verde).

51. ***Laurencia heteroclada*** Harvey 1855: 544-545

- Localidad tipo: Isla Rottneest, Australia Occidental.
- Distribución:
Australia Oeste Central: Isla Rottneest y Port Denison.
Costa Sonda: Vietnam: sur de Vietnam.
Este de África: Tanzania.
India: Sri Lanka.
Islas del Este de Australia: Isla Lord Howe.
Mar Caribe y Golfo de México: Trinidad y Tobago.
Península Arábiga: Omán: Dhofar.
Sureste de Australia: Cape Lannes y Petrel Cove.
Suroeste de Australia: Belinda Bay, Elliston, Yorke Pen y Vivonne Bay.

52. ***Laurencia hongkongensis*** C.K.Tseng, Chang, E.Z.Xia & B.M.Xia 1980: 76, fig. 10; pl. II: fig. D

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Mar de China: China.
Sur del Mar de China: Hong Kong.

53. ***Laurencia humilis*** Setchell & N.L.Gardner 1930: 156-157, pl. 9: figs 32, 33

- Localidad tipo: Isla Clarion, Islas Revillagigedo, México.
- Distribución:
Australia Este Central: Moreton
Norte de Australia: North Kennedy, Port Curtis y Queensland.
Pacífico Tropical Americano: México: Islas Revillagigedo (Isla Clarion).

54. ***Laurencia indica*** Hauck 1888: 90

- Localidad tipo: Mombasa, Kenya.
- Distribución:
India: costas de la India.
Este de África: Kenya: Mombasa. Tanzania.

55. *Laurencia intercalaris* K.W.Nam 1994: 421, figs 1-21

- Localidad tipo: Corea (no se especifica la localidad)
- Distribución:
Mar de China: Corea.

56. *Laurencia intricata* J.V.Lamouroux 1813: 131, pl. 9: figs 8, 9

- Localidad tipo: Antilas
- Distribución:
Australia Este Central: Moreton.
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.
Golfo de Guinea: Sao Tomé y Príncipe.
Islas de la Macaronésia: Cabo Verde (en discusión).
Mar Mediterráneo: Grecia: Messolonghi (Kleisova) y Zakynthos Bay. Italia: Isla Linosa. Libia: Cyrenaica.
Mar Rojo: Etiopía.
Mar Caribe y Golfo de México: Bahamas. Belice: Carrie Bow Cays y Pelican Cays. Costa Rica. Cuba: Archipiélago de los Canarreos (Cayo Hicacos), Archipiélago Sabana-Camagüey, Bahía de Nuevitas, Bocas de Alonzo, Cayo Coco, Golfo de Batabanó, Guanacahabites, Guardalavaca, Havana City, Matanzas y Villa Clara. EUA: Florida (Biscayne Bay y Long Key “Channel 5”). Isla la “Hispaniola”. Islas Caimán. Islas Virgenes: St. Croix. Jamaica. Martinica. México: Campeche (Campeche Bay “Champton”) y Quintana Roo (Akumal, Bahía de la Ascención Sian Ka’an, Bahía Espíritu Santo, Banco Chinchorro, Cayo Culebras, Cayo Norte, Cayo Pedro Lagartijas, Cayo Rojo Gómez, Cayo Valencia, Cayo Xobon, Cozumel Island “El Mirador-Punta Morena and Lancheros Beach”, Isla Mujeres, Isla de la Pasión, Laguna de Nichupté, Paamul, Palancar, Playa del Carmen, Puerto Morelos “Ojo de Agua”, Punta Allen, Punta Estrella, Punta Hualalpich, Punta Hualostoc, Punta Pájaros, Punta Piedras, Punta Xoquem, Punta Yamac, San Juan-Caletilla, San Vale, Tres Marías, Tulum, Vigia Chico, Xcacel, Xcalak and Xel-Ha). Panamá. Trinidad y Tobago. Venezuela: Estado de Miranda.
Mar de China: Corea: Jeju.
Norteamérica: Bermuda. EUA: Texas (Golfo de Texas).
Norte de Asia: Japón.
Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis y Queensland.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Trono.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei.
Península Árabiga: Iran. Somalia.

Sur de Kuroshio: Japón: Isla Sesoko.

Sur de Auropa y Noroeste de África: Senegal (John *et al.* 2004). Sierra Leona.

57. ***Laurencia iriei*** J.N.Norris

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

California: México: Baja California Sur (Bahía Concepción) y Sonora (Puerto Peñasco).

58. ***Laurencia japonensis*** T.Abe & Masuda 1998: 18, figs 1-18

- Localidad tipo: Toba, KamiShima, Prefectura de Mie, Japón.

- Distribución:

Mar de China: Japón: Kamishima (Toba).

59. ***Laurencia johnstonii*** Setchell & Gardner 1924: 764, pl. 52a and 53

- Localidad tipo: Isla San Marcos, Golfo de California, México.

- Distribución:

California: México: Baja California Sur (Isla de San Marcos).

60. ***Laurencia lageniformis*** Masuda & Suzuki 1997: 165, figs 1-15

- Localidad tipo: Mui Nai, Hatien, Provincia de Kien Giang, Vietnam.

- Distribución:

Costa Sonda: Vietnam: Mui Nai y sur de Vietnam.

Oeste del Triángulo Coral: Malasia: Palaus Tikus, Tanjung Datu y Tanjung Sipang.

61. ***Laurencia lajolla*** E.Y.Dawson 1958: 77

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

California: EUA: California (San Diego).

Pacífico Tropical Americano: El Salvador.

62. ***Laurencia laurahuertana*** Mateo-Cid, Mendoza-González, Senties & Díaz-Larrea 2014:95

- Type Localidad tipo: Punta Herrero, Quintana Roo. México.
- Distribución:
Mar Caribe y Golfo de México: México: Quintana Roo (Punta Herrero).

63. *Laurencia laxa* (R.Brown ex Turner) Gaillon 1828: 363

- Localidad tipo: Cabo de Buena Esperanza, Sudáfrica.
- Distribución:
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.
India: costas de India.
Sudáfrica: Cabo de Buena Esperanza.

64. *Laurencia ligulata* E.Y.Dawson 1963: 22, pl. 2: fig. 1; pl. 3: figs 6, 7

- Localidad tipo: Isla Santa Cruz, Islas Galápagos, Ecuador.
- Distribución:
Islas Galápagos: Isla Santa Cruz.

65. *Laurencia mariannensis* Yamada 1931: 200, figs F, G; pl. 5, fig. 6

- Localidad tipo: Saipan, Islas Marianas.
- Distribución:
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.
Hawaii: costas de la islas de Hawaii.
Islas Marshall: costas de las islas Marshall.
Norte de Asia: Japón.
Norte de Australia: Port Curtis, Queensland y Wide Bay.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Mindoro y Pangasinán. Indonesia: Sulawesi.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei. Guam.
Islas Marianas: Saipán.
Sur del Mar de China: China: Islas Xisha.

66. *Laurencia masonni* Setchell & N.L.Gardner 1930: 155-156

- Localidad tipo: South Anchorage, Isla Guadalupe, México.
- Distribución:
California: EUA: California. México: Baja California (Isla Guadalupe “South Anchorage” y San Sebastián Vizcaíno).

67. *Laurencia maxineae* E.Y.Dawson 1944: 233, pl. 26: fig. 2; pl. 27: fig. 3; pl. 28: figs 4, 5

- Localidad tipo: no se especifica.
- Distribución:
California: México: costas de Baja California.

68. *Laurencia mcdermidiae* I.A.Abbott 1996: 150, fig. 17

- Localidad tipo: Makapuu Point, O'ahu, Hawaii.
- Distribución:
Hawaii: Makapuu Point y Waianae.

69. *Laurencia mediocris* Setchell & N.L.Gardner 1937: 83, pl. 18: fig. 39

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Islas Galapagos: Isla Albermale e Isla Santa Cruz.

70. *Laurencia microcladia* Kützing 1865: 22, pl. 60: figs b, c

- Localidad tipo: Indias Occidentales.
- Distribución:
Costa Sonda: Singapur. Vietnam: sur de Vietnam.
Islas de la Macaronésia: Cabo Verde: Ilheu Branco y San Nicolau. Islas Azores: Santa María (Poças y Sao Lourenco Bay) y Pico (Pontas Negras). Islas Canarias: El Hierro (Faro de Orchilla, Punta Orchilla y Roques de Salmor), Fuerteventura (El Cotillo, Faro Cotillo, Isla de Lobo "El Puertito and Playa de la Concha", Punta Pesebre, Veril Blanco y Punta de Jandía), Gran Canaria (Arguineguín "Bahía de Santa Agueda", Las Canteras, Punta Camello, Punta Gáldar y Pozo Izquierdo "Punta Gaviota"), La Palma (Barranco de la Herradura y Fajana de Barlovento) Lanzarote (Alegranza "Playa Blanca", Arrecife, Isla de la Graciosa "Baja del Granado, Caleta de Pedro Barba, Caleta de Sebo and Punta Marrajos", La Graciosa "Playa Lambra" y Montaña Clara "Morro del Agujero") y Tenerife (Punta del Hidalgo). Archipiélago de Madeira: Islas Salvajes y Porto Santo.
Mar Mediterráneo: Argelia: Alger. Chipre: Akamas, Gazi Mağusa, Girne, Karpasia, Liopetri and Salamis. Egipto: El Dabaa. Francia: Corsica (Galeria Gulf and Lavezzi Islands) y Hérault (Thau Lagoon). España: Almería (Agua Amarga, Isla de Terrenos

and Villaricos), Islas Baleares (Mallorca y Menorca), Catalunya y Murcia (Águilas). Grecia: Zakynthos (Bahía Laganas). Italia: Isla Linosa (Fila, Punta Arena Bianca y Secca Mannarazza), Sicilia, Archipiélago Toscano (Elba, Follonica, Giannutri, Golfo di Livorno and Scoglio d' Africa), Mar Adriático Italiano (Friuli Venzia Giulia "Gulf of Trieste", Veneto "Gulf of Venice and Lagoon of Venice", Emilia Romagna "Rimini and Riccione" and Apulia "The Tremiti Islands"), Golfo de Taranto, Islas Cheradi y Sardinia. Malta: Isla Gozo (Wardija Point) e Isla Malta (Blue Grotto y Siliema). Marruecos: Alhucemas, Cabo de Agua, Karia Arkemanne, Muelle Colorado, Punta Negri, Punta de Rostrogordo and Punta de Sabinilla. Turquía: Akdeniz (Antalya "Patara-Kalkan"), İzmir Bay (Çandarlı Bay, Karaburun-Küçükbakçe and Urla Port), Gulf of Gökova, Karadeiz (Kırklarelib "Trakya") y Mersin (Akkuyu).

Mar Caribe y Golfo de México: Antillas Holandesas. Antillas Menores. Bahamas. Belice: Carrie Bow Cays y Pelican Cays. Costa Rica. Cuba: Golfo de Batabanó. EUA: Florida. Islas Caicos. Islas Caimán. Islas Virgenes. Jamaica. Panamá. Puerto Rico: Arecibo (Playa Caracol) y Cayo Santiago. Trinidad y Tobago. Venezuela: Cumana (Playa Coldada) e Isla Aves.

Polinesia Central: Samoa.

Sur de Europa y Noroeste de África: Mauritania. Senegal: Norte de Senegal.

Norteamérica: Bermuda.

71. ***Laurencia minuscula*** Schnetter 1976: 57, figs 1-7

- Localidad tipo: Puerto López (Alta Guajira), Departamento de la Guajira, Colombia.
- Distribución:

Islas del Este de Australia: Isla Norfolk.

Mar Caribe y Golfo de México: Colombia: Guajira (Alta Guajira "Puerto López").

Cuba: Ciudad de la Habana (Rincón de Guanabo).

72. ***Laurencia minuta*** Vandermeulen, Garbary & Guiry 1990: 239, figs 1-13

- Localidad tipo: Elat, Israel.
- Distribución:

Este de África: Seychelles.

Islas de la Macaronésia: Islas Canarias: Tenerife (Punta Hidalgo "*taxa inquirendae*").

Mar Mediterráneo: Chipre: Girne. España: Alicante (Benidorm, Benidorm Island, Cabo de las Huertas, Isla de Tabarca, San Juan and Santa Paola). Grecia: Zakynthos (Bahía Laganas). Italia: Apulia (Islas Tremiti), Golfo de Taranto (Islas Cheradi "San Pietro"), Isla Linosa (Fila, Punta Arena Bianca, Secca dei 4 metri and Secca de Mannarazza), Noroeste de Italia, Sicilia (Isla Salina) y Tuscany (Elba Island). Malta: Isla Malta (L-Ahrax, Rđum Il-Wahx y Wied iz-Zurrieq).

Mar Rojo: Israel: Eliat.

Sur de Europa Y Noroeste de África: España: Galicia.

73. ***Laurencia moretonensis*** A.B.Cribb 1958: 164, pl. 3: figs 3-8

- Localidad tipo: Redcliffe, Moreton Bay, Queensland, Australia.
- Distribución:
Australia Este Central: Moreron (Redcliffe).
Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy y Queensland.

74. ***Laurencia moriformis*** A.B.Cribb 1958: 164, pl. 3: figs 3-8

- Localidad tipo: Cabo de Buena Esperanza, Sudáfrica.
- Distribución:
Sudáfrica: Cabo de Buena Esperanza (*taxa inquirendae*).

75. ***Laurencia multiflora*** Kützing 1865: 21, pl. 58, a, b

- Localidad tipo: "Mari Atlantico"
- Distribución:
Mar Mediterráneo: Mar Adriático (registro incierto).

76. ***Laurencia nana*** (C.Agardh) Greville 1830: lii

- Localidad tipo: No se especifica
- Distribución:
Mar Mediterráneo: Mar Adriático (registro incierto).

77. ***Laurencia nangii*** Masuda 1997: 310, figs 1-14

- Localidad tipo: Son Hai, Ninh Phuoc, Provincia Ninh Thuan, Vietnam.
- Distribución:
Costa Sonda: Son Hai y Sur de Vietnam.

78. ***Laurencia nanhaiensis*** L.Ding, B.Huang, B.M.Xia & C.K.Tseng 2007: 136, figs 1-22 (como "nanhaiense").

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Mar de China: costas de China.

79. ***Laurencia natalensis*** Kylin 1938: 24, pl. 8: fig. 21

- Localidad tipo: Isipingo Beach, cerca de Durban, Sudáfrica.

- Distribution:

Este de África: Kenya, Mauricio y Mozambique.

India: Sri Lanka.

Sudáfrica: Bahía de Natal, Cabo de Buena Esperanza y Isipingo Beach.

80. ***Laurencia nidifica*** J.Agardh 1852: 749

- Localidad tipo: Islas Sandwich, Hawaii.

- Distribución:

Australia Este Central: Moreton.

Costa Sahul: Australia: Golfo de Carpentaria.

Costa Sonda: Indonesia: Jakarta. Tailandia: Mu KoTha Lae Tai. Vietnam: Sur de Vietnam.

Este de África: Mauricio. Reunion. Seychelles: Isla Aldabra.

Golfo de Guinea: Costa de Marfil. Ghana. Liberia.

Hawaii: Gardner Piracles, Isla Sandwich, O'ahu y Waianae.

India: Sri Lanka.

Islas de la Macaronésia: Cabo Verde. Archipiélago de Madeira: Deserta Grande (registro dudoso).

Islas del Centro del Índico: Atolón Diego García.

Islas del Sur del Atlántico: Sta Helena.

Mar de China: Corea.

Norte de Asia: Japón.

Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis, Queensland y Widw Bay.

Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Pangasinán.

Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei.

Polinesia Central: Samoa.

Península Árabe: Omán: Dhofar. Pakistán.

81. ***Laurencia nipponica*** Yamada 1931: 209, pl. 9

- Localidad tipo: Japón

- Distribución:

Mar de China: Corea.

Norte de Asia: China: Mar Amarillo (Mar de Bohai). Japón. Rusia: Primorie (Golfo de Pedro El Grande) y Vostok Bay.

Sur del Mar de China: Taiwan.

82. ***Laurencia nuda*** Suhr 1840: 264

- Localidad tipo: “Kaffernküste”, Sudáfrica.
- Distribución:
Sudáfrica: Bahía de Natal.

83. **Laurencia obtusa** (Hudson) J.V. Lamouroux 1813: 130

- Localidad tipo: Hastings, Sussex; Devon, Sur de Inglaterra.
- Distribución:
Andaman: Islas Andaman.
Australia Este Central: Caloundra, Coffs Harbour, Moreton.
Bahía de Bengala: Bangladesh. Myanmar.
Costa Sahul: Australia: Golfo de Carpentaria (Arnhem).
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta. Malasia. Vietnam: sur de Vietnam.
Este de África: Kenya. Madagascar. Mauricio: Isla Rodrigues. Mozambique.
Reunión. Seychelles: Isla Aldraba. Tanzania. Yemen.
Este del Triángulo Coral: Islas Salomón. Papúa Nueva Guinea.
Golfo de Guinea: Camerún. Guinea Ecuatorial. Guinea: Isla Annobon. Sao Tome y Príncipe. Sierra Leona.
Hawaii: Gardner Piracles.
India: costas de la India e islas Laquedivas. Sri Lanka.
Islas del Centro del Índico: Atolón Diego García.
Islas del Este de Australia: Islas Norfolk.
Islas de la Macaronésia: Islas Azores: Faial (Capelinhos y Porto da Faja), Flores, Graciosa, Pico (Casi do Pico y Lajes do Pico), Sao Miguel, Terceira Island y Santa Maria. Cabo Verde. Islas Canarias: El Hierro, Fuerteaventura, Gomera, Gran Canaria, La Palma, Lanzarote (Islote Montaña Clara) y Tenerife (El Médano “Playa de la Tejita”). Archipiélago de Madeira: Deserta Grande, Ilhéu de Fora, Madeira, Porto Santo, Selvagem Grande Y Selvagem Pequena (John *et al.* 2004).
Islas Galápagos: Isla Albermale e Isla Santa Cruz.
Mar Caribe y Golfo de México: Antillas Holandesas: Bonaire (Kralendrikje) y Curazao (Playa Kalki). Bahamas: Isla Berry (Cayo Frozen). Barbados. Belice: Carrie Bow Cay y Pelican Cays. Isla Caicos. Islas Caiman. Colombia. Cuba: Camagüey (Bahía Nuevitas), Ciudad de la Habana (Guanabo “Venecia”), Isla Juventud (Hicacos Cay), Matanzas (Varahicacos-Galindo) y Villa Clara. EUA: Florida (Indian River Lagoon). Guadalupe: Pointe de la Verdure. Islas Virgenes. Jamaica. Martinica: Pointe des Salines y Ste. Anne. México: Campeche (Campeche, Cayo Arcas, Playa Bonita and Triángulo Oeste), Quintana Roo (Bahia Ascención “Punta Allen”, Banco Chinchorro “Cayo Centro”, Cancún “Isla Cancún, Laguna de Nichupté, Playa Linda, Playa Maya, Puente Nichupté, Puerto Juárez y

Punta Cancún”, Cayo Lobos, Chetumal, Cozumel Island “Isla de la Pasión, Muelle, Playa Caracol o Encantada, Playa San Juan y Río Chen”, Extremo Norte, Isla Contoy, Isla Mujeres “Muelle Hotel Presidente, Playa Garrafón y Punta SE”, Playa los Cocos, Playa Lancheros, Puerto Morelos “Ojo de Agua”, Punta Este, Punta Piedras, Xcalak Port y Xel-Ha), Tamaulipas (Ciudad Madero y San Fernando), Veracruz (Arrecife Giote, Arrecife Hornos, Arrecife Lobos, Arrecife Pescadores, Isla Blanquilla, Isla Hornos, Isla Sacrificios, Isla Santiaguillo, Isla Verde, Laguna de Tamiahua, Laguna de Sontecomapan, Laguna Verde, Isla Lobos, Monte Pío, Ozuluama, Playa Boca Andrea, Playa El Morro, Playa Escondida, Playa Hotel Pensiones, Playa Paraíso, Pueblo Viejo, Tamalín, Tampamachoco, Tampico Alto y Villa Rica) y Yucatán (Arenas Cay, Arrecife Alacrán, Desterrada Island, Isla Pérez, Progreso y Sisal). Panamá: Galeta Point. Puerto Rico: Guanica (Playa Tamarindo) y Jaobos (Isla Monrillos “Cayo Almendra”). Republica Dominicana: Santo Domingo (Puerto Viejo “Isla de Pajaros”). Trinidad y Tobago: Tobago (Buccoo Bay y Reef). Venezuela: Isla Aves, Cabagua, Isla Margarita (Playa Cubagua y Playa Pompatar) e isla Pelona.

Mar de China: China. Corea.

Mar Mediterráneo: Argelia: Alger, Annaba, Bab El Oued, Bologhine, El Marsa, Rais Hamidou, Sidi Fredj, Southwest of Cap Bordj El Bahri y Tipaza. Croacia: Istria Coast (Rovinj). Chipre: Dip Karpaz, Farmagusta, Gazi Mağusa, Girne, Karpasia, Kumyali, Koruçaim, Kyrenia, Liopetri, Salamis y Yeşilirmak. Egipto: Alexandria. España: Andalusia (Almeria, Cádiz, Granada, Isla Alboran y Málaga), Islas Baleares (Addaia, Bahía de Palma, Cabrera, Ibiza y Mallorca), Catalunya (Girona “Costa Brava, Palamós y Tossa de Mar”), Murcia (Cabo de Palos, Hormigas, Isla Grosa y Mar Menor) y Valencia. Francia: Corsica (Cap Corse), Hyères (Isla Porto Cros), Pyrenees Orientales (Les Alberes) y Var (Saint Raphael “Le Dramont”). Grecia: Islas Ionan (Zakynthos “Bahía Laganas”), Isla Rhodos, Kleisova y Sporades du Nord. Israel: Habonim. Italia: Mar Adriático (Apulia “Brindisi, Cape Otranto, Gargano, Isla Pianosa, Trani and Islas Tremiti”, Emilia Romagna “Rimini and Riccione”, Friuli Venezia Giulia “Golfo de Trieste”, Marche “Ancona y Mt. Conero” y Veneto “Golfo de Venecia y Laguna de Venecia”), Golfo de Taranto (Islas Cheradi), Napoli (Isla Ischia “Punta S. Pancrazio” y Massa Lubrense “Cala di Mitigliano”), Salerno (Cilento “Castellabate”), Sicilia (Isla Linosa “Fila, Punta Arena Bianca y Secca de Mannarazza”), Tuscany (Capraia, Elba, Formiche di Grosseto, Giannutri, Giglio, Golfo de Follonica, Gorgona, Lagoon of Orbetello, Livorno, Meloria Shoals, Montecristo y Scoglio d’ Africa) y Sardinia. Libia: Bengazi-Sabri, Cyrenaica, Derna y Tripoli. Malta: Isla Gozo (Ponta l-Irġieqa). Morocco: Cabo de Agua, Cabo Quilates, Cal Iris, Cala Bonita, Cala Charranes, Cala Viñas, Cazaza, Chafarinas (Isla de Isabel II, Isla de Congreso y Isla de Rey). Karia Arkemanne,

Mar Chica, Playa del Quemado, Punta Negri, Punta de Rostrogordo y Sammar. Tunez: Bahiret, Bechateur, Bizerte, Cap Blanc, Cap Farina, Cap Serrat, Cathage, Djerba, El Bibane, Gabès, Gammarth, Ghar El Khebir, Golfo de Gabès, Iles Cani, Kelibia, Kerkennah, Korba, Korbous, La Goulette, La Marsa, Mer de Bou Grara, Zarzis, Monastir, Le Galiton, Raf Raf, Raouad, Ras el Fartass, Salambô, Sidi Bou Said, Sfax, Sidi Raïs, Tabarka y Zembra.

Mar Negro: Bulgaria: Ahntopol. Rumania: Comorova, Dobogrea, Eforie Sud, Mamaia, Mangalia. Turquía: Antalya (Pantara-Klakan), Dikili Gelibolu (Kilitbahir Shore), Isla Gokçeada, Izmir Bay (Urla Port), Kirklareli, Korfezi, Mersin (Akkuyu Bay) y Zonguldak.

Mar Rojo: costas de Arabia Saudita. Eritrea: Archipiélago Dahlak (Isla Cundabilu). Jordania. Sudán.

Norteamérica: Bermuda: St. Georges (Catherines Point). EUA: Texas (Corpus Christi Bay y Golfo de Texas).

Norte de Asia: Japón.

Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis, Queensland y Wide Bay.

Norte de Europa: Inglaterra: Sussex (Hastings) y Devon. Irlanda: Antrim, Clare (Burren), Cork, Derry, Donegal (Fand Head), Down, Dublin, Galway, Kerry, Leitrim, Mayo y Wexford. Suecia.

Noroeste de Australia: Dampier.

Oeste del Triangulo Coral: Filipinas: Aklan, Norte Ilocos y Pangasinán. Indonesia: Sulawesi.

Pacífico Noroeste Tropical: Estados Fedarados de Micronesia: Pohnpei. Guam.

Pacífico Tropical Americano: El Salvador.

Pacífico Tropical Suroeste: Islas Fiji.

Península Arábiga: Bahrein. Kuwait. Omán: Dhofar. Pakistán. Somalia. Sureste de Arabia Saudita.

Polinesia Central: Samoa.

Sur de Europa y Noroeste de África: Gambia. Francia: Brittany (Roscoff), Guernsey (Isla Lihou), Herault (l'Etang de Thau) y Normandia (Isla Channel y Le Manche). Mauritania. Portugal: Litoral de Beira, Litoral de Douro y Minho. Senegal: Norte de Senegal. España: Asturias (Rodiles), Cantabria (Gijón ay Noja "Punta de la Mesa"), Galicia (Arouso, Coruña, Lugo y Pontevedra), Pais Vasco (Bizkaia y Gipuzkoa) y Vigo.

Sur del Mar de China: Taiwan.

Sureste de Australia: Nueva Gales del Sur.

- Localidad tipo: Eureka, cerca de La Paz, Baja California Sur, México.
- Distribución:
California: México: Baja California Sur (La Paz “Eureka”).

85. *Laurencia okamurae* Yamada 1931: 206, figs J, K; pl. 7

- Localidad tipo: Japón.
- Distribución:
Mar de China: China: Dongtou. Corea: Jeju.
Mar Mediterráneo: Francia: Thau Lagoon.
Norte de Asia: China: Mar Amarillo (Mar Bohai). Japón.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Aklan, Bulusan y Norte Ilocos.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei.
Sur del Mar de China: Hong Kong. Taiwan.

86. *Laurencia oliveirana* Yoneshigue 1985: 329, figs 461-470

- Localidad tipo: Ponta da Cabeça, Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil.
- Distribución:
Sur de Brasil: Rio de Janeiro (Arraial do Cabo y Ponta da Cabeça). Rio Grande do Sul (Torres), São Paulo (Ilha Anchieta “Praia do Sul”, Ilha das Couves, Praia Brava, Praia de Fora, Praia do Bonote y desde Praia Preta a Prainha).
Brasil Oriental: Bahia (Abrolhos).

87. *Laurencia omaezakiana* Masuda 1997: 123, figs 1-27

- Localidad tipo: Japón
- Distribución:
Norte de Asia: China: Mar Amarillo (Mar Bohai).

88. *Laurencia oophora* Kützing 1865: 20-21, pl. 57: figs a, b

- Localidad tipo: Mar Adriático.
- Distribución:
Mar Mediterráneo: Mar Adriático (registro incierto).
Península Arábiga: Somalia.

89. *Laurencia oppositocladia* Taylor 1945: 292, 293, pl. 99: fig. 2

- Localidad tipo: Black Beach Anchorage, Isla Santa María, Islas Galapagos, Ecuador.
- Distribución:
Islas Galápagos: Isla Santa María (Black Beach Anchorage).

90. ***Laurencia pacifica*** Kylin 1941: 42

- Localidad tipo: La Jolla, California, EUA.
- Distribución:
California: EUA: Central Beach y San Diego. México: Baja California y Baja California Sur (La Paz).

91. ***Laurencia paitensis*** W.R.Taylor 1947: 85, pl. 5: fig. 1

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Oeste de Sudamérica: Perú.

92. ***Laurencia pannosa*** Zanardini 1872: 139, pl. VI: B

- Localidad tipo: Taigion Datu (Cape Datu), entre Sarawak, Malasia y el oeste de Kalimantan, Indonesia.
- Distribución:
Costa Sonda: Indonesia: Jakarta y Sarawak.
India: costas de India.
Norte de Australia: Port Curtis y Queensland.
Oeste del Triángulo Coral: Indonesia: Kalimantan.
Sur del Mar de China: Taiwan.

93. ***Laurencia parvula*** Borgesen 1937: 49-50, fig. 27

- Localidad tipo: Isla Krusadi, cerca de Pamban, Tami Nadu, India.
- Distribución:
India: Tami Nadu (Isla Krusadi).

94. ***Laurencia peninsularis*** Stegenga, Bolton & R.J.Anderson 1997: 538 pl. 244: 5-6

- Localidad tipo: Clovelly, Cape Peninsula, Sudáfrica.
- Distribución:
Sudáfrica: Cabo de Buena Esperanza (Clovelly).

95. ***Laurencia penninsularis*** Taylor 1945: 291, 292, pl. 98: fig. 1

- Localidad tipo: Point Hughes, Cabo San Lazaro, Baja California, México.
- Distribución:
California: México: Baja California (Cabo San Lazaro "Point Hughes")

96. ***Laurencia pinnata*** Yamada 1931: 242, pl. 28

- Localidad tipo: Enoshima, Prefectura de Kanagawa, Japón.
- Distribución:
Costa Sonda: Malasia.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Bulusan y Negro Oriental. Indonesia: Sulawesi.
Mar de China: Corea: Jeju. Japón: Enoshima.
Norte de Asia: Japón. Rusia: Primorie (Golfo de Pedro El Grande) y Vostok Bay.
Sur del Mar de China: China: Islas Xisha.
Sureste de la Polinesia: Polinesia Francesa.

97. ***Laurencia platyclada*** Børgesen 1934: 21-22, fig. 13, pl. III (upper)

- Localidad tipo: Karachi y "costa Sind", Pakistán.
- Distribución:
India: costas de India. Sri Lanka
Península Arábiga: Pakistán: Karachi.

98. ***Laurencia ptychodes*** A.B.Cribb 1983: 124, pl. 40: figs 1, 2

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Norte de Australia: North Kennedy, Port Curtis y Queensland.

99. ***Laurencia pumila*** (Grunow) Papenfuss 1943: 91-92

- Localidad tipo: Port Natal (Durban), Sudáfrica.
- Distribución:
Este de África: Mozambique.
Sudáfrica: Bahía de Natal.

100. ***Laurencia pyramidalis*** Bory de Saint-Vincent ex Kützing 1849: 854

- Localidad tipo: Granville, Normandia, Francia.

- Distribución:

Islas de la Macaronésia. Archipiélago de Madeira: Ponta de São Jorge-Casi, Porto Moniz-Piscinas y Seixal-Praia da Laje. Islas Azores: Pico (Barca-Madalena, Lajes do Pico-Fábrica, Lajes do Pico-Poça de Baleia, Pocinho-Monte Candelaria, Prainha do Norte y Santa Cruz Ribeiras), Santa Maria (Anjos-Este, Boca de Ribeira Seca y Emissores) y Sao Miguel (Cerco da Coloura-Baía, Ferrara y Mosteiros). Islas Canarias: Fuerteaventura (El Cotillo y Garcey), La Gomera (El Charco de las Condesas, El Charco del Conde y Punta de la Dama), Lanzarote (Arrecife y Pechiguerras) y Tenerife (El Pris, Puerto de la Cruz y Punta del Hidalgo)..

Mar Mediterráneo: Chipre: Dip Karpaz y Gazi Mağusa. España: Andalusia (Almeria), Catalunya (Girona “Tossa de Mar”) y Murcia (Cabo de Palos, Hormigas, Isla Grosa, Isla Mayor, Los Urrutias y Perdiguera). Italia: Mar Adriaático (Sardinia Island y Marche “Ancona”).

Norte de Europa: Gran Bretaña.Irlanda.

Sur de Europa y Noroeste de África: España: Asturias (Islote Picones, La Isla, Playa del Silencio y Playa Penduelos), Cantabria (Playa del Ris), Galicia (Coruña, Lugo, Ria de Arousa, Ria de Baiona, Ría Pontevedra, Punta Barreiros y Sálvora), Isla Sisargas y País Vasco (Gipuzkoa). Francia: Finistère (l'Archipel des Glenan) y Normandia (Granville). Portugal: Minho (Areosa y Viana de Castelo).

101. ***Laurencia richardsii*** E.Y.Dawson 1954: 7, pl. 4: figs 3, 4

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

Pacífico Tropical Americano: El Salvador.

102. ***Laurencia rigida*** J.Agardh 1876: 651-652

- Localidad tipo: “*in oceano Indico calidiore*”

- Distribución:

Australia Este Central: Moreton.

Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.

India: costas de la India y Islas Laquedivas.

Norte de Australia: North Kennedy, Port Curtis, Queensland y Wide Bay.

Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federales de Micronesia: Pohnpei. Guam.

Sureste de Australia: Nueva Gales del Sur.

103. ***Laurencia saitoi*** L.P.Perestenko 1980: 192, fig. 251

- Localidad tipo: Isla Furugelmi, Peter the Great Bay, Rusia.
- Distribución:
Norte de Asia: China: Mar Amarillo (Mar Bohai). Japón. Rusia: Peter the Great Bay (Isla Furugelmi) y Vostok Bay.

104. ***Laurencia schepardii*** Saito & Womersley 1974: 826-828, figs 2C,D, 10

- Localidad tipo: Elliston, Sur de Australia.
- Distribución:
Australia Oeste Central: Shark Bay y Whitford Beach.
Sureste de Australia: Aldinga Reef, Cape Lannes, Crayfish Pint, Marino, Point Lonsdale, San Remo y Victor Harbour.
Suroeste de Australia: Elliston, Investigatos Strait, Isla Hamelin, Isla Kangaroo, Off Port y Port Turton.

105. ***Laurencia silvae*** J.F.Zhang & B.M.Xia 1983: 599

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Mar de China: China: Islas Xisha.

106. ***Laurencia similis*** K.W.Nam & Y.Saito 1991: 375, figs 1-20

- Localidad tipo: Isla Low, Queensland, Australia.
- Distribución:
Costa Sonda: Vietnam: Sur de Vietnam.
Este del Triángulo Coral: Papúa Nueva Guinea.
Norte de Australia: Cooktown y Queensland.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Bulusan.

107. ***Laurencia singaporensis*** Zanardini ex De Toni & Levi 1888: 64

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Costa Sonda: Singapur.

108. ***Laurencia snackeyi*** (Weber-van Bosse) M.Masuda in Masuda et al. 1997: 296

- Localidad tipo:

- Distribución:

India: Sri Lanka.

Costa Sonda: Indonesia: Jakarta.

Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis y Queensland.

Oeste del Triángulo Coral: Malasia: Labuan.

109. ***Laurencia snyderae*** E.Y.Dawson 1945: 98, figs 1-4

- Localidad tipo: no se especifica.

- Distribución:

California: EUA: California (San Diego).

Península Árabe: Irán.

110. ***Laurencia spinulifera*** E.Y.Dawson 1945: 98, figs 1-4

- Localidad tipo: “*in Mari Indico*”

- Distribución:

Islas del Centro del Índico: Atolón Diego García.

111. ***Laurencia subcolumnaris*** Børgesen 1954: 48-50, figs. 1-3

- Localidad tipo: Pointe aux Roches, Mauricio.

- Distribución:

Este de África: Mauricio: Pointe aux Roches.

112. ***Laurencia subdisticha*** E.Y.Dawson, Neushul & Wildman 1960: 26, pl. 1: fig. 7

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

California: EUA: California (San Diego).

Pacífico Tropical Americano: Panamá.

113. ***Laurencia subopposita*** (J.Agardh) Setchell 1914: 9

- Localidad tipo: Santa Barbara, California, EUA.

- Distribución:

California: EUA: California (San Diego y Santa Barbara).

114. *Laurencia subsimplex* C.K.Tseng 1943: 202, pl. III: figs 4-6

- Localidad tipo: No se especifica.

- Distribución:

Hawaii: Papahānaumokuākea.

Mar de China: China.

Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Catanduanes.

115. *Laurencia succulenta* K.W.Nam 2006: 680, figs 2-6

- Localidad tipo: Corea.

Distribución:

Mar de China: Corea.

116. *Laurencia tasmanica* J.D.Hooker & Harvey in Harvey 1849: 84

- Localidad tipo: Isla de Tasmania (probablemente Georgetown), Australia.

- Distribución:

Sureste de Australia: Crayfish Point, Currie, Isla Satellite, Lonsdale Point, Low Head, Musselroe Bay, Phillip Port, Rocky Cape y San Remo.

Suroeste de Australia: Isla Kangaroo y River American.

117. *Laurencia tenera* C.K.Tseng 1943: 200, pl. 1: fig. 6; pl. 2: figs 5, 6

- Localidad tipo: Sheck-O, Hong Kong.

- Distribución:

Australia Este Central: Moreton.

Golfo de Guinea: Costa de Marfil. Ghana. Liberia. Sierra Leona. Togo.

Costa Sonda: Vietnam: Sur de Vietnam.

Este de África: Madagascar. Mozambique. Reunión. Tanzania.

Este del Triángulo Coral: Papúa Nueva Guinea.

Hawaii: Costas de las islas de Hawaii.

Islas Centrales del Índico: Islas Maldivas.

Islas de la Macaronésia: Cabo Verde.

Islas del Atlántico Sur: St Helena.

Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Queensland y Wide Bay.

Sur de Europa y Noroeste de África: Gambia. Mauritania. Senegal.

Sur del Mar de China: Hong Kong.

Sureste de Australia: Nueva Gales de Sur.

118. *Laurencia thyrsoifera* J.Agardh 1876: 654

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Isla Norte de Nueva Zelanda: costas de la isla norte de Nueva Zelanda.
Isla Sur de Nueva Zelanda: Isla Chatmann e isla Stewart.

119. *Laurencia topica* Yamada 1931: 233, figs P, Q; pl. 20

- Localidad tipo: Saipan, Islas Marianas.
- Distribución:
Costa Sonda: Vietnam: Sur de Vietnam.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Norte Ilocos.
Mar de China: China. Corea.
Norte de Asia: Japón.
Pacífico Noroeste Tropical: Estados Federados de Micronesia: Pohnpei. Guam.
Sur del Mar de China: Taiwan.

120. *Laurencia translucida* M.T. Fujii & Cordeiro-Marino 1996: 542, figs 1-25.

- Localidad tipo: Padres beach, Aracruz, Espírito Santo, Brasil.
- Distribución:
Brasil Oriental: Bahía, Ceará y Pernambuco.
Sur de Brasil: Espírito Santo (Marataizes), Rio de Janeiro y Sao Paulo.

121. *Laurencia trifaria* Kützing 1865: 26, pl. 74: figs c-g

- Localidad tipo: Cabo de Buena Esperanza, Sudáfrica.
- Distribución:
Sudáfrica: Cabo de Buena Esperanza.

122. *Laurencia tristicha* C.K.Tseng, C.F.Chang, E.Z.Xia & B.M.Xia 1982: 81, fog. 11, pl. 2c

- Localidad tipo: No se especifica.
- **Mar de China:** China
- **Sur del Mar de China:** Hong Kong.

123. ***Laurencia tuberculosa*** J.Agardh 1852:760.

- Localidad tipo: No se especifica.
- Distribución:
Gulf of Guinea. Sao Tome y Principe (en discusión).

124. ***Laurencia turbinata*** Setchell & N.L.Gardner 1937: 82, pl. 19: fig. 40

- Localidad tipo: no se especifica.
- Distribución:
Islas Galápagos: Isla Albermale y Isla Santa María.

125. ***Laurencia uvifera*** (Forsskål) Børgesen 1932: 12, figs 3, 4; pl. 1: fig. 6

- Localidad tipo: "Puerto de Constantinopla", Turquía.
- Distribución:
Mar Rojo: Eritrea: Archipiélago Dahlak (Isla Harmil). Yemen (en discusión).

126. ***Laurencia venusta*** Yamada 1931: 203, fig. H, pl. 6: fig. A.

- Localidad tipo: Kyushu, Japón (Koshiki-jima, Provincia Satsuma; Provincia Goto, Hizen).
- Distribución:
Australia Este Central: Moreton.
Este de África: Tanzania.
Islas del Este de Australia: Isla Lord Howe.
Mar Caribe y Golfo de México: México: Quintana Roo (Puerto Morelos "Punta Brava").
Mar de China: Corea: Jeju.
Mar Rojo: Eritrea: Archipiélago Dahlak (Isla Entedebir "Goliath Bay y Landing Bay" e Isla Museri).
Norte de Asia: China: Mar Bohai. Japón.
Norte de Australia: Cooktown, North Kennedy, Port Curtis, Queensland y Wide Bay.
Oeste del Triángulo Coral: Filipinas: Pangasinán.
Pacífico Tropical Suroeste: Islas Fiji.
Península Arábiga: Somalia.
Sur del Mar de China: Taiwan.
Sur de Brasil. Espírito Santo: Fundão ("Enseada das Garcas").

127. *Laurencia verruculosa* Børgesen 1954: 50-52, figs. 4,

- Localidad tipo: Pointe aux Roches, Mauricio.
- Distribución:
Este de África: Mauricio

128. *Laurencia vielardii* Kützing 1865: 17, pl. 45: figs a, b (as "vieillardii")

- Localidad tipo: Baláde, Nueva Caledonia.
- Distribución:
Nueva Caledonia: Baláde.

129. *Laurencia viridis* Gil-Rodríguez & Haroun 1992: 228, figs. 1-20

- Localidad tipo: Punta Hidalgo-Baja Negra, Tenerife, Islas Canarias.
- Distribución:
Islas de la Macaronésia: Archipiélago de Madeira: Ilhéu de Fora, Ponta de Sao Jorge, Porto Santo y Salvagem Pequena. Cabo Verde. Islas Azores: Santa María (Boca de Ribeira Seca y Emisores). Islas Canarias: El Hierro (La Restinga y Tacorón), Fuerteaventura (El Cotillo y Veril Blanco), Gran Canaria (Punta Gáldar), La Gomera (Norte), La Palma (Fajana de Barlovento), Lanzarote (Frontones del Cochino y Montaña Clara) y Tenerife (Baja Mar, Baja Negra, El Pris, Paraiso Floral, Playa Paraíso y Punta del Hidalgo "Caleta del Hueso y Roca Negra").

130. *Laurencia voragina* W.R.Taylor 1945: 290, 291, pl. 46: fig. 2

- Localidad tipo: Isla White Frias, Guerrero, México.
- Distribución:
Pacífico Tropical Americano: México: Guerrero (Isla White Frias).

Las regiones del Atlántico Norte Templado e Indo-Pacífico Central presentan el mayor número de registros, mientras que Sudamérica Templada, Sudáfrica y las costas del Este del Pacífico Tropical (Tab. 3) los valores más pequeños.

Tabla 3. Número de registros de las especies del género del mundo en las diferentes regiones propuestas por Spalding *et al.* (2007).

Región	Número de Registros
Atlántico Norte Templado	279
Indo-Pacífico Central	252
Australasia Templada	200
Atlántico Tropical	184
Oeste del Indo-Pacífico	121
Pacífico Norte Templado	94
Este del Indo-Pacífico	63
Sudamérica Templada	27
Sudáfrica	23
Este del Pacífico Tropical	18
Total	1262

El género se distribuye en las fajas tropicales y subtropicales de las costas del mundo, teniendo una notable representación en el Mar Mediterráneo, las costas de Gran Bretaña, El Norte del Pacífico Asiático y el Sur de Australia, como únicas áreas de régimen templado. Los valores de riqueza específica oscilan de 1 a 29 especies (Fig. 3), concentrándose los mayores valores en el Indo-Pacífico Central, Norte de Australia, India y, las costas de Japón y Corea.

De acuerdo a la revisión de la validez taxonómica de los registros en la literatura, solo 130 especies resultaron ser válidas taxonómicamente (Furnari *et al.* 2001; John *et al.* 2004; Gil-Rodríguez *et al.* 2012) en comparación de las 143 especies registradas por Guiry y Guiry (2015) en la base de datos *AlgaeBase*.

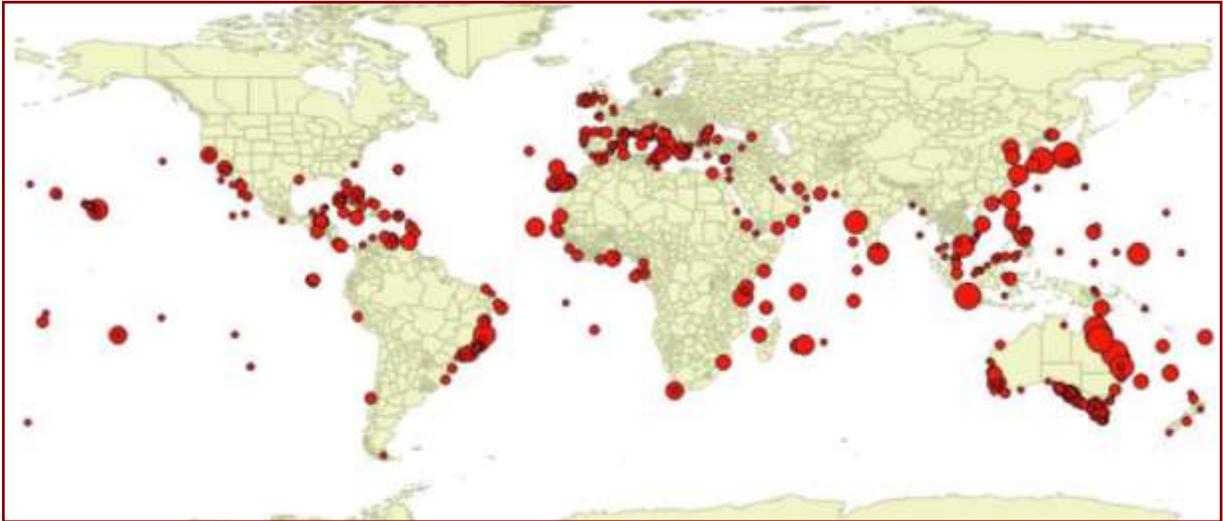


Figura 3. Localidades donde existen reportes de las especies del género *Laurencia*, representando la riqueza específica de acuerdo al tamaño del círculo.

Las provincias biogeográficas de California e Islas Galápagos representaron las unidades con mayor número de especies endémicas o únicas (Tabla 4), mientras que las provincias del Mar Mediterráneo, Islas de Australia, Este del Triángulo Coral, Oeste del Triángulo Coral, Península Ibérica, Gran Bretaña, Península Arábiga, Isla Norte de Nueva Zelanda, Isla Sur de Nueva Zelanda, Isla de Pascua, Islas de la Polinesia, Brasil Oriental, Sureste de Australia, Suroeste de Australia, Australia Oriental, Australia Occidental y Pacífico Noroeste Tropical no presentaron especies endémicas. El 46% de las de las especies del género son endémicas para alguna de estas provincias.

Tabla 4. Nivel de endemismo del género *Laurencia* por provincia biogeográfica (Spalding *et al.* 2009)

Unidad Geográfica Operativa	Número de especies endémicas	% spp. Endémicas/ total de especies del género.
California	13	10.8%
Isla Galápagos	6	5%
Mar de China	4	3.3%
Mar Caribe	3	2.5%
Pacífico Tropical Americano	3	2.5%
Sudáfrica	3	2.5%
Costa Sunda	3	2.5%
Nueva Caledonia	2	1.6%
Este de África	2	1.6%
Oeste de Sudamérica	2	1.6%
Norte de Asia	2	1.6%
Mar Negro	1	0.8%
Islas Maldivas	1	0.8%
India	1	0.8%
Mar Rojo	1	0.8%
Islas de la Macaronésia	1	0.8%
Sur de Brasil	1	0.8%
Islas de Hawaii	1	0.8%
Sur del Mar de China	1	0.8%
Norte de Australia	1	0.8%
TOTAL	52	40%

*El resto de las unidades geográficas operativas no contienen especies endémicas.

5.2 Análisis de PAE

En el análisis de PAE se obtuvieron 49 árboles igualmente parsimoniosos, a partir de los cuales se obtuvo un árbol de consenso estricto con parámetros L=150, CI=64 y RI=55. De las especies utilizadas en este análisis, 56 resultaron ser caracteres autopormórficos, 23 sinapomórficos y 17 homoplásicos (Fig. 3).

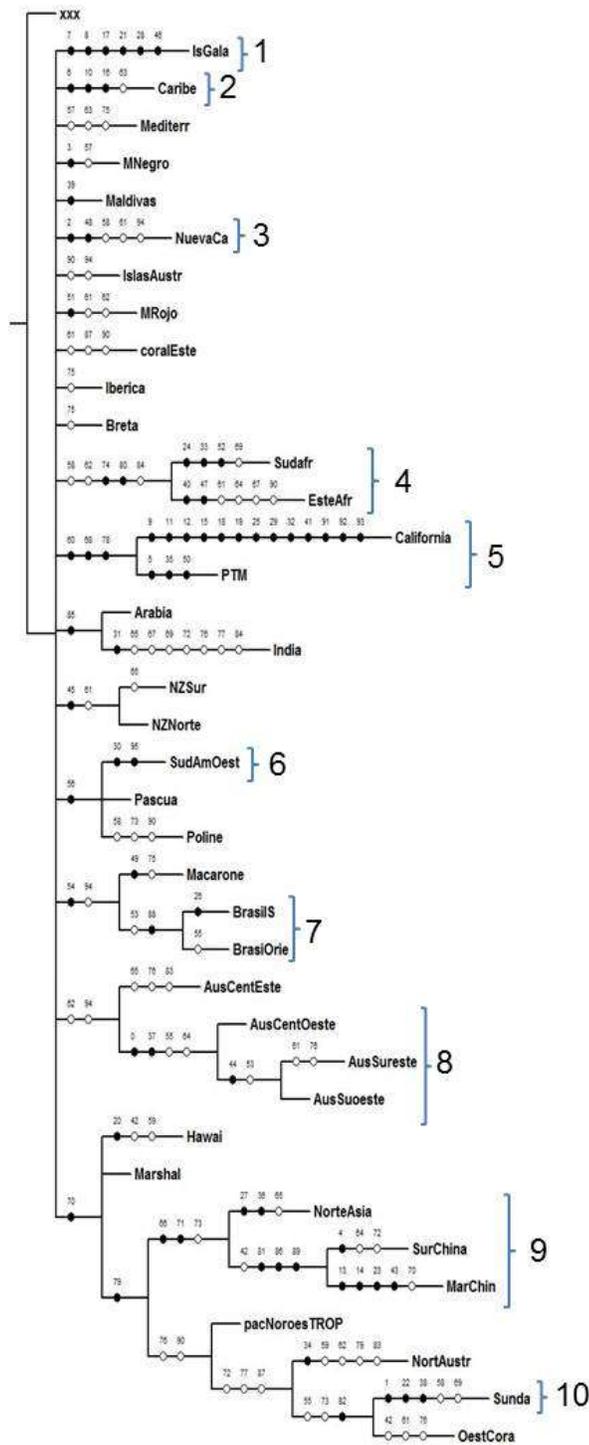


Figura 3. Cladograma de consenso obtenido mediante el análisis PAE, definiéndose nueve áreas de endemismo. Los círculos negros representan estados apomórficos (sinapomorfía o autopomorfía) y los círculos blancos representan estados homoplásicos.

Se definieron 10 áreas de endemismos o clados para el género *Laurencia*, que estuvieron sustentadas por al menos la presencia de dos o más especies (Fig. 3 y 4). Las áreas definidas fueron: (1) Islas Galápagos, (2) Mar Caribe, (3) Nueva Caledonia, (4) Este y Sur de África, (5) California/Pacífico Tropical Americano, (6) Oeste de Sudamérica, (7) Sur y Oeste de Australia, (8) Norte del Pacífico Occidental(8), (9) Mar de China y (10) la costa Sunda.

En el cladograma obtenido se observa la relación entre algunas áreas debido al amplio intervalo de distribución de alguna de las especies, como es el caso de *L. catarinensis* distribuida en las costas de Brasil e islas Macaronésia, *L. claviformis* en las costas de Chile, Isla de Pascua y la Polinesia, *L. marianensis* y *L. topica* que se encuentran en las costas de Japón, China, Archipiélago Indo-Australiano, Norte de Australia y algunas regiones del Pacífico Central. También en el árbol obtenido *L. tyrsifera* resulta ser un carácter sinapomórfico para la agrupación de la Isla Norte y sur de Nueva Zelanda, al igual que *L. platyclada* para las de costas de la India y la Península Arábiga.

En cuanto a las homoplásias, el clado conformado por las provincias biogeográficas: Pacífico Noroeste Tropical, Norte de Australia, Costa Sonda y oeste del Triángulo del Coral, resultaron contener a 16 de los 17 especies homoplásicas mapeadas, además, otra provincia como la India contienen caracteres homoplásicos que se distribuyen en el Este del Índico y el Indopacífico.

5.3 Categorías de Áreas

A partir del intervalo de distribución de las 130 especies del género, pudieron establecerse las siguientes categorías de áreas:

5.3.1. Áreas de endemismo del género *Laurencia* (Fig. 4): Se encuentran definidas por la presencia de al menos dos especies restringidas o únicas.

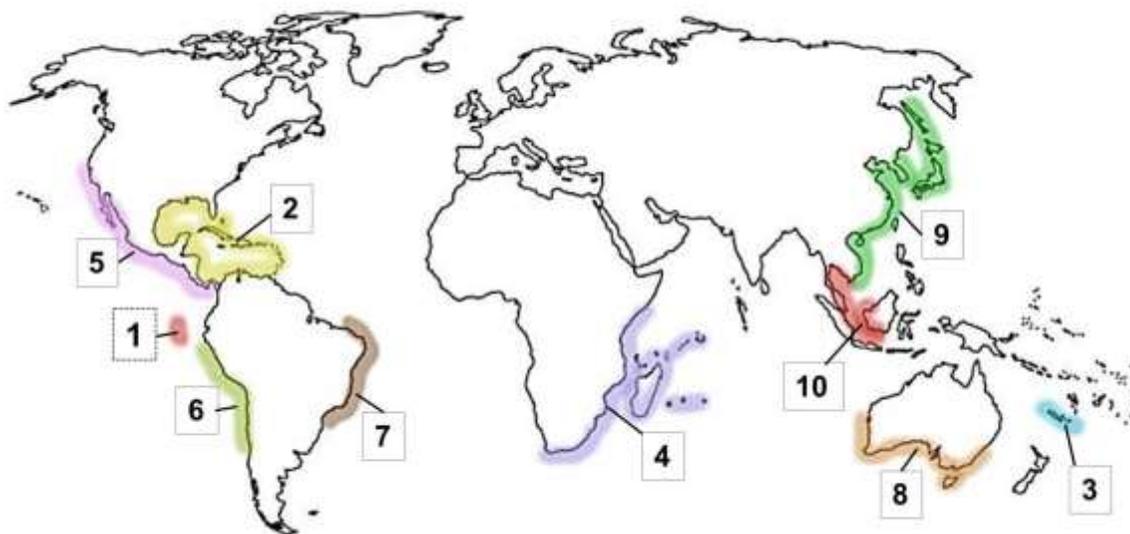


Figura 4. Áreas de endemismo definidas para el género *Laurencia*. Los colores y números representan cada uno de las áreas definidas.

De las 10 áreas de endemismo, cinco estuvieron conformadas por una sola provincia: Islas Galápagos, Mar Caribe, Nueva Caledonia, Oeste de Sudamérica y Costa Sonda; las cinco restantes, estuvieron conformadas por al menos dos provincias: Este de

África/Sur de África, California/Pacífico Tropical Americano, Australia Central Oeste/Sureste de Australia/Suroeste de Australia, Brasil Oriental/Sur de Brasil y, Norte de Asia/Sur de China/Mar de China. Las áreas de endemismo California/Pacífico Tropical Americano, y Este de África/Sur de África resultaron ser las áreas con mayor número de especies únicas (19 y 12 respectivamente), mientras que el área de endemismo de Brasil y Nueva Caledonia contienen sólo 2 especies endémicas.

Las especies diagnósticas de estas áreas se agrupan de la siguiente forma:

- 1) Islas Galápagos: *Laurencia congesta*, *L. densissima*, *L. ligulata*, *L. mediocris*, *L. oppositoclada* y *L. turbinata*.
- 2) Mar Caribe: *Laurencia coelenterata*, *L. foldatsii* y *L. laurahuertana*.
- 3) Nueva Caledonia: *Laurencia calliptera* y *L. vieillardii*.
- 4) California y Pacífico Tropical Americano: *Laurencia decidua*, *L. lajolla*, *L. subdisticha*, *L. gardneri*, *L. estebaniana*, *L. hanckokii*, *L. johnstonii*, *L. masonii*, *L. maxineae*, *L. obtusiuscula*, *L. pacifica*, *L. penninsularis*, *L. subopposita*, *L. aguilarrosasorum*, *L. fenicalli*, *L. iriei*, *L. clarionensis*, *L. richardsii* y *L. voragina*.
- 5) Este y Sur de África: *Laurencia pumila*, *L. complanata*, *L. nuda*, *L. peninsularis*, *L. flexuosa*, *L. verruculosa* y *L. subcolumnaris*.
- 6) Oeste de Sudamérica: *Laurencia paitensis*, *L. chilensis* y *L. claviformis*.
- 7) Brasil: *Laurencia oliveirana* y *L. translucida*.
- 8) Sur y Oeste de Australia: *Laurencia arbuscula*, *L. schepardii* y *L. tasmanica*.
- 9) Norte del Pacífico Occidental: *Laurencia hamata*, *L. nipponica*, *L. omaezekiana*, *L. saitoi*, *L. honkogneensis*, *L. silvae*, *L. tristicha*, *L. intercalaris*, *L. japonensis*, *L. nahlensis* y *L. succulenta*.
- 10) Costa Sonda: *Laurencia calliclada*, *L. nangii* y *L. singaporensis*.

5.3.2 Áreas Secundarias (Fig. 5): Se definen por contener una especie endémica o relictas.

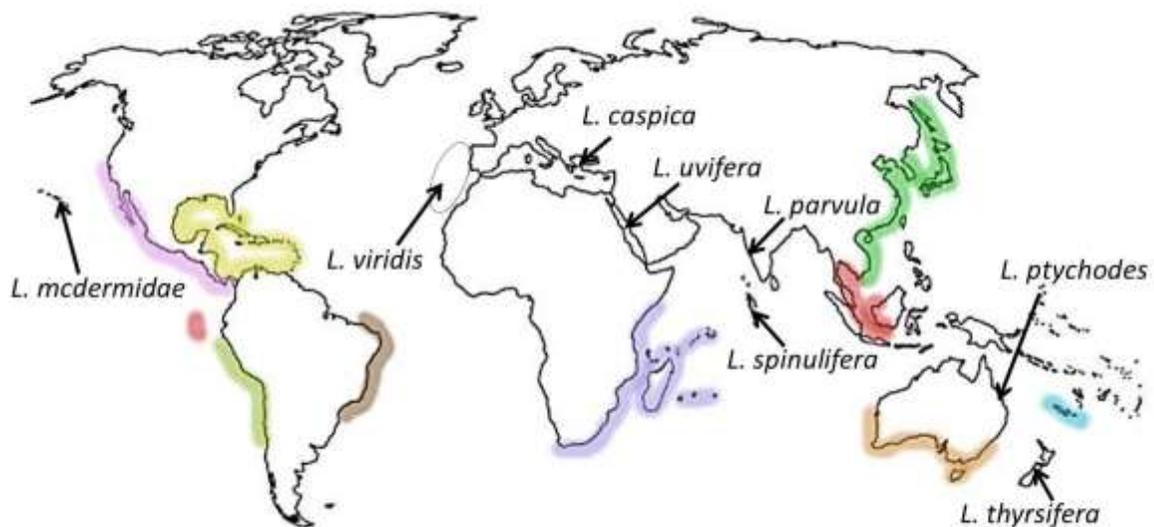


Figura 5. Especies que definen las áreas secundarias para el género *Laurencia*.

De las ocho áreas secundarias, siete estuvieron conformadas por solo una provincia biogeográfica. El área restante (Nueva Zelanda), estuvo integrada por dos provincias biogeográficas (Nueva Zelanda Isla Norte/Nueva Zelanda Isla Sur).

- 1) Islas de Hawai: *Laurencia mcdermidae*.
- 2) Macaronésia: *Laurencia viridis*.
- 3) Mar Negro: *Laurencia caspica*
- 4) Mar Rojo: *Laurencia uvifera*
- 5) India: *Laurencia párvula*
- 6) Islas Maldivas: *Laurencia spinulifera*

7) Norte de Australia: *Laurencia ptychodes*

8) Nueva Zelanda: *Laurencia thyrifera*

5.3.3 Especies cosmopolitas. En esta categoría se enlistan las especies con un amplio intervalo de distribución, y en algunas ocasiones cosmopolitas.

1) Cosmopolitas: *Laurencia brongniartii*, *L. caduciramulosa*, *L. caraibica*, *L. composita*, *L. decumbens*, *L. filiformis*, *L. intricata*, *L. nidifica*, *L. obtusa*, *L. tenera* y *L. venusta*

2) Indico/Pacífico: *Laurencia botrychioides*, *L. botryoides*, *L. glomerata*, y *L. snydirae*.

3) Atlántico/Pacífico: *Laurencia cervicornis*, *L. dendroidea*, *L. galtsolfii*, y *L. microcladia*.

4) Indico/Atlántico: *Laurencia chondrioides*, *L. fastigiata*, *L. heteroclada*, *L. minúscula*, *L. minuta* y *L. okamurae*.

5) Anfi Pacífica: *Laurencia humilis*

6) Anfi Atlántica: *Laurencia catarinensis*

6. DISCUSIÓN

6.1 Intervalo de distribución

De acuerdo a los registros de la distribución de las 130 especies, el género presenta una distribución de tipo circuntropical. Ahora bien, la definición del concepto de vicarianza, se ha reconocido que, previo a un evento de esta naturaleza, existe un proceso de dispersión debido a que ello es una característica natural de los organismos, o por las características peleogeográficas que permiten que se adquiriera una amplia distribución ancestral o un “cosmopolitismo primitivo” (Morrone, 2009). Bajo este esquema, el intervalo de distribución circuntropical del género *Laurencia* puede ser explicado por procesos de ampliación de área muy antiguos debido a la configuración de las masas continentales y océanos presentes desde el Mesozoico (entre 251 ma y 65 ma, el lapso es de 190 ma), momento en el que se presentaba una continuidad en las costas tropicales, permitiendo que existiera una similitud taxonómica para estas áreas ancestrales (Lüning, 1990). Otros autores como Golikov *et al.* (1990), asumen la misma propuesta, precisando que es durante el Cretácico Superior o Tardío (99-65.5 ma, el lapso es de 33 ma), cuando se define la distribución circunglobal de algunos grupos de invertebrados marinos, debido a la continuidad de la línea de costa a nivel mundial presente en este tiempo geológico. De esta forma, estos procesos de dispersión previcariantes permiten explicar la amplia distribución del género *Laurencia*, además de ofrecer una explicación a la antigüedad del grupo (aproximadamente 65.5 ma). Se argumenta, que los grupos marinos que han logrado distribuirse a lo largo de la franja tropical y subtropical, aparecieron previamente o mediante los principales eventos vicariantes

relacionados con el cierre del mar de Tethys, y por lo tanto, pueden ser más antiguos que los que se restringen a alguna otra región u océano (Golikov *et al.* 1990).

Posterior a la adquisición de una amplia distribución ancestral, la aparición de barreras geográficas ocasionan la diferenciación de biotas o como tal la vicarianza (Morrone, 2009). Dicho proceso biogeográfico subsecuente, es la que da explicación a las áreas de endemismo del género y a las provincias biogeográficas propuestas en las regionalizaciones marinas (Golikov *et al.* 1990, Spalding *et al.* 2007).

6.2 Áreas de endemismo para el Indo-Pacífico (238 865 000 km²)

Las áreas de Sudamérica Occidental y California pueden representar los aislamientos más antiguos dentro de las áreas de congruencia para el género, explicados por la expansión del océano Pacífico y la condición continua subtropical de estas dos áreas, en comparación a las regiones tropicales que pueden guardar relaciones con el Indo-Pacífico. Dicha expansión comienza a tener efecto en el aislamiento de las costas del Pacífico Este Americano a partir del Cretácico Superior o Tardío (65 ma) (Cowman y Bellwood, 2013).

Para las áreas del sur de Australia y Sur/Este de África, principalmente a partir de la fragmentación de Gondwana, se permite el aislamiento para las costas de estas áreas. Además, tras concluir la separación de Australia con el actual continente Antártico se origina la corriente circunantártica influyendo en la disminución de las temperaturas de las costas de Sudáfrica y Sur de Australia, y

subsecuentemente, un aislamiento climático para estas regiones (Golikov *et al.* 1990) que permita la aparición de especies endémicas en esta zona.

Mientras tanto, las áreas de endemismo del Norte de Asia y de la costa Sonda pueden atribuirse también a la expansión del océano Pacífico, provocando aislamientos tanto para esta región de Asia, como para las regiones subtropicales y templadas del este del Pacífico Americano. Posteriormente, el desprendimiento del archipiélago Indo-Australiano a partir del Eoceno tardío (40ma) y de la actividad volcánica, da lugar a la provincia biogeográfica de la costa Sunda (Lohman *et al.* 2011). Cabe destacar también los procesos de rápida especiación que se le atribuyen a la colisión ocurrida entre la placa de Australia y Nueva Guinea con el sureste de Eurasia, provocando la complejidad de hábitats (Williams y Duda, 2008). En el género *Laurencia* se registran especies endémicas para el sur de China, mar de China, Noreste de Australia, Costa Sonda y Nueva Caledonia. Además de las 10 áreas de endemismo definidas por la congruencia en los límites de distribución de al menos dos especies, también se puede observar las relaciones que guardan las provincias al compartir una especie. En el cladograma obtenido se observa la formación de un grupo conformado por las áreas del norte de Asia, el archipiélago Indo-Malayo, algunas islas del Pacífico central (Islas Marshall y Hawaii) y el Noreste de las costas de Australia (Fig. 4). Dicha relación se da por la presencia de *L. marianensis* y *L. topica* en estas áreas. Esto también ha sido observado en algunos géneros de gasterópodos, donde existen un número bajo de especies con un intervalo de distribución restringido a una sola isla, por lo que la conexión entre el Indo-Pacífico, Pacífico central e incluso oeste del océano Índico, hace que se

mantengan especies con amplia distribución para esta zona (Paulay y Meyer, 2002). Esta condición también puede relacionarse con el gran número de caracteres homoplásicos que contiene esta región (16 de los 17 caracteres totales), distribuidas desde el Este de África, las costas de la India, el archipiélago Indo-Malayo, Islas centrales del Pacífico (incluyendo la Polinesia), Norte de Asia y Australia.

De las ocho áreas para el Indo-Pacífico, encontramos seis coincidencias con las áreas de alta riqueza de especies y endemismo para corales, manglares y pastos marinos (Groombridge y Jenkins, 2002).

6.3 Áreas de endemismo para el Atlántico (82 217 000 km²)

El Mar Caribe es una de las áreas definida como área de endemismo, además de ser la provincia biogeográfica con el mayor valor de riqueza de especies en el océano Atlántico (19 especies). Este patrón de distribución es observado también en grupos de organismos no relacionados al género; por ejemplo: los peces costeros, donde la diversidad de hábitats presentes en esta área (arrecifes de coral, pastos marinos, manglar) permite el establecimiento de una gran diversidad de especies (Tittensor *et al.* 2010). Dicho establecimiento de la diversidad de especies puede haberse establecido en el Pleistoceno, cuando el área comenzó a jugar un papel importante para los taxones ancestrales en el mar de Tehys.

De acuerdo a la predicción espacial de la riqueza de especies de macroalgas realizada por Tapia *et al.* (2015) en el Golfo de México y mar Caribe mexicano, revela una congruencia de los puntos con mayor diversidad y los lugares con mayor variedad de hábitats: barrera de coral en el Caribe mexicano, sistema arrecifal

Veracruzano, sistema de arrecife Alacrán frente a Puerto Pogram, Yucatán. Cuando se compara la diversidad de especies de macroalgas (Kerswell, 2006), y en particular, la del género *Laurencia* a nivel mundial (Tapia *et al.* 2015), las áreas pertenecientes al Indo-Pacífico presentan lugares con mayor riqueza de especies que el océano Atlántico, además, de tener valores más elevados. De la misma forma, las áreas de endemismo identificadas en el Indo-Pacífico, son mayor en número que las del océano Atlántico. De acuerdo con la discusión de Golikov *et al.* (1990) y Spalding *et al.* (2007), las regionalizaciones han sido propuestas con mayor facilidad para el Indo-Pacífico, que para el Atlántico, principalmente el Atlántico Norte.

Para el sur de Atlántico, los procesos de vicarianza ocurridos en los últimos eventos de fragmentación de Gondwana, hace cerca de 100 millones de años, explican la definición de endemismos en *Laurencia* en Sudáfrica y Brasil. Brown y Lomolino (1998), sugieren los endemismos en la biota marina y terrestre tienden a concentrarse en Australia, Nueva Zelanda, Madagascar, Nueva Caledonia y Sudáfrica. Sin embargo, áreas en Norteamérica, Europa, y el sur del océano Atlántico, comparten especies con biotas de otras regiones, por ejemplo, Indo-Pacífico.

De las dos áreas de endemismo, el Mar Caribe coincide en endemismo y riqueza de especies con corales, tortugas marinas, manglares y pastos marinos, estos últimos dos grupos también coinciden con el área de endemismo de *Laurencia* para Brasil (Groombridge y Jenkins, 2002).

6.4 Áreas secundarias o especies relictas globales

Las áreas secundarias (Ippi y Flores, 2001) o especies relictas (Vargas *et al.* 2008), de aislamiento más recientes se relacionan con eventos vicariantes más recientes, por ejemplo, las áreas como el mar Negro y el mar Rojo se originan a partir de la conclusión del cierre del mar de Tethys, aproximadamente hace 12 Ma (Cowman y Bellwood, 2013), las Islas Maldivas originadas por el crecimiento arrecifal ocurrido en el Holoceno (Kench *et al.* 2009), las costas de Brasil originadas a partir del último evento de la fragmentación de Gondwana, la aparición de las islas de la Macaronésia aproximadamente hace 8 Ma el desprendimiento de las islas de Nueva Zelanda del continente Antártico y la colisión y emersión de la India y la península Arábiga, respectivamente, forman parte de los últimos eventos vicariantes ocurridos a nivel mundial (Brown y Lomolino, 1998). Con ello, se puede hacer notar que las áreas de endemismo que contienen mayor especies endémicas son explicadas por aislamientos más antiguos en comparación a las áreas que solo contienen una especie endémica.

6.5 Especies cosmopolitas globales

En el género, 27 especies se han reportado como cosmopolitas, de las cuales, 11 presentan una distribución anfi-océanica. La introducción de especies y las especies invasoras, han sido explicaciones que se han dado para los intervalos de distribución cosmopolitas, por ejemplo: *Laurencia brongniartii* en el Mediterráneo (Dizerbo y Herpe, 2007), sin embargo, no se ha desarrollado un trabajo utilizando datos moleculares que respalden dicha hipótesis, a comparación de lo realizado

para *L. caduciramulosa* en el Atlántico (Cassano *et al.* 2008; Collado-Vides *et al.* 2014). Para *L. catarinensis* con distribución en Brasil y Macaronésia, y *L. dendroideas* en Australia, Islas del Pacífico, Brasil e Islas Canarias, su intervalo de distribución ha sido reconocido bajo un contexto filogenético (Machín-Sánchez *et al.* 2012; Metti *et al.* 2013). Haroun y Prud'Homme van Reine (1993), argumentan que la flora de las islas de la Macaronésia, en su mayoría, comparten especies con otras áreas del Atlántico, debido a procesos de dispersión que provocaron la colonización de las islas tras su aparición. Estos eventos de dispersión, explican los amplios intervalos de distribución de *L. catarinensis* y *L. dendroidea* (de posible origen Gondwanico, dispersándose hacia el archipiélago de la Macaronésia). Cowman y Bellwood (2013), han descrito 3 barreras biogeográficas “fuertes”: los eventos terminales del cierre del mar de Tethys, el cierre del Istmo de Panamá, y la barrera del Pacífico oriental (el continente americano) involucradas en procesos vicariantes a nivel mundial, que provocaron la disyunción de los intervalos de distribución, y con ello, procesos de especiación y diferenciación de componentes bióticos. Los intervalos de distribución de las especies cosmopolitas, se extienden a través de las regiones involucradas en estos procesos. A partir de los trabajos filogenéticos desarrollados principalmente en áreas como el mar Caribe, Brasil, Islas de la Macaronésia, Australia, Sur de África, Islas del Pacífico, Europa del Norte, y los trabajos monográficos realizados en algunas de éstas, se han podido identificar errores de identificación taxonómica en algunos registros del género y nuevas combinaciones nomenclaturales, por ejemplo: *L. arbuscula*, *L. composita*, *L. filiformis*, *L. majuscula*, *L. microcladia* y *L. obtusa* excluidas de la flora de Brasil (Fujii

et al. 2006; Cassano *et al.* 2012b; Fujii y Cassano, 2015); los registros dudosos de *L. chondrioides*, *L. corymbosa*, *L. flexilis*, *L. hancockii* y *L. nidifica* en el Caribe mexicano (Sentías y Fujii, 2002); los registros dudosos de *L. brongniartii*, *L. canariensis*, *L. chondrioides* y *L. minuta*, y la exclusión de *L. flexilis*, *L. intricata*, *L. majuscula* y *L. tenera* para las islas Canarias (Cassano *et al.* 2012b; Gil-Rodríguez *et al.* 2012; Machín-Sánchez *et al.* 2012). Estos esclarecimientos, tienen una repercusión interesante en la biogeografía del género, la diferenciación de la flora brasileña con la del mar Caribe, por lo que continuar con trabajos sistemáticos para las diferentes regiones del mundo, permitirá seguir robusteciendo las áreas de endemismo para el género.

6.6 Significado sistemático

Bajo el supuesto de homología primaria (historia biogeográfica en común), sería posible proponer, que las áreas de endemismo, constituyan equivalencias con la categoría de subgénero. Sin embargo, de acuerdo a la evidencia filogenética disponible (Abe, 2006; Fujii *et al.* 2006; Nam, 2006; Cassano, 2009; Martin-Lescanne *et al.* 2010; Fujii *et al.* 2011; Cassano *et al.* 2012a; Cassano *et al.* 2012b; Cassano *et al.* 2012c; Machín-Sánchez *et al.* 2012; Metti *et al.* 2013; Collado-Vides *et al.* 2014; Francis, 2014; Machín-Sánchez *et al.* 2014; Mateo-Cid *et al.* 2014), el género *Laurencia* es monofilético, lo que significa que las áreas de endemismo no constituyen agrupaciones infragenéricas o de otro tipo, puesto que las relaciones filogenéticas del género no se ven reflejadas en las áreas; por ejemplo: las especies diagnósticas para el Brasil (*L. oliveirana* y *L. translucida*), pese a encontrarse en

clados hermanos, son polifiléticas. En este caso, dado que no hay incongruencias biogeográficas sobresalientes (por ejemplo: que un par de especies hermanas o monofiléticas se encuentren en el mar Negro y en el norte de Chile), la biogeografía confirma la validez taxonómica del género.

7. CONCLUSIONES

1. El género *Laurencia* presenta un intervalo de distribución en las franjas tropicales y subtropicales del mundo, presentando valores altos de riqueza en el Indo-Pacífico y mar Caribe.
2. Se reconocen 10 áreas de endemismo,
3. Se reconocen ocho áreas secundarias.
4. Hay 27 especies con distribución cosmopolita.
5. El patrón biogeográfico identificado para el género, es explicado por un evento de expansión de área ocurrido en las aguas del mar de Tethys, seguido por la aparición de barreras geográficas como el cierre del Istmo de Panamá, la barrera del Pacífico Este, la fragmentación de Gondwana, el despredimiento del archipiélago Indo-Malayo, la aparición de la corriente circunantártica, y eventos más recientes ocurridos en el Holoceno.
6. Este patrón es congruente con los descritos para otros organismos marinos.
7. De acuerdo a las áreas de endemismo obtenidas, y su alta congruencia, confirma la solidez taxonómica del grupo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abbott, I.A., 1996. New species and notes on marine algae from Hawai'i. *Pacific Science* 50: 141-156.

Abbott, I.A., 1999. *Marine red algae of the Hawaiian Islands*. Bishop Museum Press. Honolulu, Hawaii, Estados Unidos.

Abe, T. y M. Masuda, M., 1998. *Laurencia japonensis* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 33: 17-24

Abe, T., A. Kurihara, S. Kawaguchi, R. Terrada y M. Masuda, 2006. Preliminary report on the molecular phylogeny of the *Laurencia* complex (Rhodomelaceae). *Coastal Marine Science* 30(1): 209-213.

Adey, W.H. y R.S. Steneck, 2001. Thermography over time creates biogeography regions: a temperature/space/time-integrated model and an abundance-weighted test form benthic marine algae. *Journal of Phycology* 37: 677-698.

Adey, W.H., S.C. Lindstrom, M.H. Hommersand y K.M. Müller, 2006. The biogeographic origin of arctic endemic seaweeds: a thermography view. *Journal of Phycology* 44: 1384-1394.

Agardh, J. 1841. In historiam algarum symbolae. *Linnea* 15: 443-457.

Agardh, J.G., 1852. *Species genera et ordines algarum*, seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum, quibus algarum regnum constituitur. Volumen

secundum: algas florideas complectens. Part 3, fasc. 1. pp. 701-786. C.W.K. Gleerup. Lundae.

Agardh, J.G., 1876. *Species genera et ordines algarum*, seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum, quibus algarum regnum constituitur. Volumen tertium: de Florideis curae posteriores. C.W.K. Gleerup. Leipzig, Alemania.

Ang, P.O, Jr., Sin Man Leung y Mei Mei Choi, 2014. A verification of reports of marine algal species from the Philippines. *Philippine Journal of Science, Special Issue* 142: 5-49.

Anon, 2012. *Biota Taiwanica. Algae of Taiwan. Algae of Taiwan Checklist*. Sitio web <http://algae.biota.biodiv.tw/catalog>.

Ateweberhan, M. y W.F. Prud'homme van Reine, 2005. A taxonomic survey of seaweeds from Eritrea. *Blumea* 50: 65-111.

Atmadja, W.S. y W.F. Prud'homme van Reine, 2012. *Checklist of the seaweed species biodiversity of Indonesia with their distribution and classification: Rhodophyceae. Ceklis keanekaragaman jenis rumput laut di Indonesia dengan sebaran dan klasifikasinya merah (Rhodophyceae)*. Coral Reef Information and Training Centre. Coral Reef Rehabilitation and Management Programme. Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Jakarta, Indonesia.

Ballantine, D.L y N.E. Aponte, 1995. *Laurencia coelenterata* (Rhodomelaceae, Rhodophyta), a new diminutive species from the Dry Tortugas, Florida. *Botanica Marina* 38: 417-421.

Boedeker, C., A. Eggert, A. Immers y I. Wakana, 2010. Biogeography of *Aegagropila linnaei* (Cladophorophyceae, Chlorophyta): a widespread freshwater alga with low effective dispersal potential shows a glacial imprint in its distribution. *Journal of Biogeography* 37: 1491-1503.

Boisset F. y J.C. Lino, 1998. *Laurencia epiphylla* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from the Mediterranean Sea. *Cryptogamie Algologie* 19: 213-222.

Bolton, J.J., H.A. Oyieke y P. Gwanda, 2007. The seaweeds of Kenya: checklist, history of seaweed study, coastal environment, and analysis of seaweed diversity and biogeography. *South African Journal of Botany* 73: 76-88.

Bostock, P.D. y A.E. Holland, 2010. *Census of the Queensland Flora*. Queensland Herbarium Biodiversity and Ecosystem Sciences, Department of Environment and Resource Management. Brisbane, Australia.

Børgesen, F. 1918. The marine algae of the Danish West Indies. Part 3. Rhodophyceae (4). *Dansk Botanisk Arkiv* (3): 241-304.

Børgesen, F., 1924. Marine algae from Easter Island. pp. 247-309. En: Skottsberg, C. (eds). *The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island*. Vol. 2. Almqvist & Wiksells. Uppsala.

Børgesen, F., 1932. A revision of Forsskål's algae mentioned in *Flora Aegyptiaco-Arabica* and found in his herbarium in the Botanical Museum of the University of Copenhagen. *Dansk Botanisk Arkiv* 8(2): 1-14

Børgesen, F., 1934. Some Indian Rhodophyceae especially from the shores of the Presidency of Bombay-IV. *Bulletin of Miscellaneous Information, Royal Botanic Gardens, Kew* 1934: 1-30

Børgesen, F., 1937. Contributions to a South Indian marine algal flora. I. *Journal of the Indian Botanical Society* 16: 1-56.

Børgesen, F., 1954. Two new species of *Laurencia* from Mauritius. *Bot. Tidsskr.* 51: 48-52

Brown, J.H. y M.V. Lomolino, 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Massachusetts, Estados Unidos.

Cardoso da Silva, J.M y D.C. Oren, 1996. Application of parsimony analysis of endemism in Amazonian biogeography: an example with primates. *Biological Journal of the Linnean Society* 59: 127-137.

Cassano, V., M.C. Gil-Rodríguez, A. Sentíes y M.T. Fujii, 2008. *Laurencia caduciramulosa* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Canary Islands, Spain: a new record for the Eastern Atlantic Ocean. *Botanica Marina* 51: 156-158.

Cassano, V., M.C. Oliveira, M.C. Gil-Rodríguez, A. Sentíes, J. Díaz-Larrea, y M.T. Fujii, 2012a. Molecular support for the establishment of the new genus *Laurenciella* within the *Laurencia* complex (Ceramiales, Rhodophyta). *Botanica Marina*: 349–357.

Cassano, V., M.C. Oliveira, M.C. Gil-Rodríguez, A. Sentíes, J. Díaz-Larrea y M.T. Fujii, 2012b. Morphological and molecular studies on the Brazilian native red

seaweed *Laurencia oliveirana* (Rhodomelaceae, Ceramiales). *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22: 838-849.

Cassano, V., Y. Metti, A.J.K. Millar, M. C. Gil-Rodríguez, A. Senties, J. Díaz-Larrea, M.C. Oliveira y M.T. Fujii, 2012c. Redefining the taxonomic status of *Laurencia dendroidea* (Ceramiales, Rhodophyta) from Brazil and the Canary Islands. *European Journal of Phycology*.

Castaneda-Fernández de Lara, V., H. Reyes-Bonilla y E. Serviere-Zaragoza, 2010. A tropical assemblage of benthic macroalgae on rocky reefs in a temperate zone on the western Baja California peninsula, Mexico. *Botanica Marina* 53: 195-203.

Collado-Vides, L., V. Cassano, J. Díaz-Larrea, A. Duran, A. Da-Silva-Madeiros, A. Senties y M.T. Fujii, 2014. Spread of the introduced species *Laurencia caduciramulosa* (Rhodomelaceae, Ceramiales) to the northwest Atlantic: A morphological and molecular analysis. *Phytotaxa* 183(2): 93-107.

Coppejans, E. y A.J.K. Millar, 2000. Marine red algae from the North coast of Papua New Guinea. *Botanica Marina* 43: 315-346.

Cordeiro-Marino, M. y M.T. Fujii, 1985. *Laurencia catarinensis* (Rhodomelaceae, Rhodophyta), a new species from the Ilha de Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 8: 47-53.

Cowie, R.W. y B.S. Holland, 2006. Dispersal fundamental to biogeography and the evolution of biodiversity on oceanic islands. *Journal of Biogeography* 33: 193-198.

Cowman, P.F. y D.R. Bellwood, 2013. Vicariance across major marine biogeographic barriers: temporal concordance and the relative intensity of hard versus soft barriers. *Proceedings of the Royal Society* 280: 20131541.

Cox, C.B. y P.D. Moore, 2005. *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.

Coyne, J.A. y H.A. Orr, 2004. *Speciation*. Sinauer Association, Inc. Massachussets, Estados Unidos.

Cribb, A.B., 1958. Records of marine algae from south-eastern Queensland. III. *Laurencia Lamx. University of Queensland Papers, Department of Botany* 3: 159-191.

Cribb, A.B., 1983. *Marine algae of the southern Great Barrier Reef. Part 1. Rhodophyta*. Australian Coral Reef Society. Brisbane.

Crisci, J.V., L. Katinas y P. Posadas, 2000. *Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.

De Toni, G.B. y D. Levi, 1888. *Collezioni di storia naturale. I. Collezioni botaniche. L'Algarium Zanardini*. Civico Museo e Raccolta Correr. Venecia.

De Toni, J.B. y A. Forti, 1920. Contributo alla conoscenza della flore del Chili. *Atti R. Inst. Veneto Sc. Lett. Arti* 72: 675-705.

Ding, L, B. Huang, B. Xiz y C.K. Tseng, 2007. *Laurencia nanhaiense* sp. nov., a new species of the genus *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from China. *Acta Oceanologica Sinica* 26(5): 136-143.

Dreckmann, K.M., 2012. Los géneros *Gracilaria* e *Hydropuntia* (Gracilariaceae, Rhodophyta) en las costas del Golfo de México y Caribe. pp. 111-203. En: Senties A. y K.M. Dreckmann (eds.). *Monografías Ficológicas 4*. UAM-Iztapalapa y Universidad de la Laguna.

Dawson, E.Y., 1944. The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 3: 189-432.

Dawson, E.Y., 1945. Notes on Pacific coast marine algae. I. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 43: 95-101.

Dawson, E.Y., 1954. The marine flora of Isla San Benedicto following the volcanic eruption of 1952-1953. *Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation* 16: 1-25.

Dawson, E.Y., 1958. Notes on Pacific coast marine algae, VII. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 57: 65-80.

Dawson, E.Y., 1963. New records of marine algae from the Galapagos Islands. *Pacific Naturalist* 4: 3-23.

Dawson, E.Y., M. Neushul, M. y R.D. Wildman, 1960. New records of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pacific Naturalist* 1(19/20): 3-30.

Dizerbo, A.H. y E. Herpe, 2007. *Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Normandes incluses*. Éditions Anaximandre. Landerneau, France. 315p.

Fernández-García, C., R. Riosmena-Rodríguez, B. Wysor, O.L Tejada y J. Cortéz., 2011. Checklist of the Pacific marine macroalgae of Central America. *Botanica Marina* 54: 53-73.

Fernández-García, C., 2012. *Taxonomía y biogeografía de las familias Caulerpaceae (Chlorophyta), Dictyotaceae (Ochrophyta) y Corallinaceae (Rhodophyta) en el Pacífico de Centroamérica*. Tesis de Doctorado en Ciencia Marina y Costera (Biología Marina), Departamento Académico de Biología Marina, UABCS, México.

Francias, C.M., 2014. Systematics of the *Laurencia* complex (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in southern Africa. Tesis de Doctorado en Filosofía de la Ciencia. Faculty of Science, University of Cape Town, Sudáfrica.

Fujii, M.T. y M. Cordeiro-Marino, 1996. *Laurencia tanslucida* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from Brazil. *Phycologia* 35: 542-549.

Fujii, M.T. y A. Senties. 2005. Taxonomia do complexo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) do Brasil, com ênfase nas especies dos estados de Sao Paulo e do Espírito Santo. pp. 69-135. En: Senties G., A. & K.M. Dreckmann (eds). *Monografías Ficológicas 2*. UAM-Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica.

Fujii, M.T., S.M.P.B. Guimaraes, C.F.D. Gurgel y S. Fredericq. 2006. Characterization and phylogenetic affinities of the red algae *Chondrophycus*

flagelliferus (Rhodomelaceae, Ceramiales) from Brazil on the basis of morphological and molecular evidence. *Phycologia* 45: 432-441.

Fujii, M.T., V. Cassano, E.M. Stein y L.R. Carvalho. 2011. Overview of the taxonomy and of the major secondary metabolites and their biological activities related to human health of the *Laurencia* complex (Ceramiales, Rhodophyta) from Brazil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 21:268-282.

Fujii, M.T. y V. Cassano, 2015. *Laurencia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponible en: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB99988>>. Acceso en 27 /Ago/2015.

Furnari, G., M. Comarci y D. Serio. 1999. Catalogue of the benthic marine macroalgae of the Italian coast of the Adriatic Sea. *Bocconeia* 12: 5-214.

Furnari, G., M. Cormaci y D. Serio, 2001. The *Laurencia* complex (Rhodophyta, Rhodomelaceae) in the Mediterranean Sea: an overview. *Cryptogamie, Algologie* 22: 331-373.

Gaillon, B., 1828. Résumé méthodique des classifications des Thalassiphytes. *Dictionnaire des Sciences Naturelles [Levrault]* 53: 350-406

Garbary, D.J. y J.T. Harper, 1998. A phylogenetic analysis of the *Laurencia* complex (Rhodomelaceae) of the red algae. *Cryptogamie, Algologie* 19: 185–200.

Gil-Rodríguez, M.C. y R. Haroun, 1993. The genus *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in the Canary Islands. *Courier Forsch.* 159: 113-117.

Gil-Rodríguez M.C., M.T. Fujii, V. Cassano, M. Machín-Sánchez, E. Aylagas y A. Senties, 2012. Los géneros *Laurencia*, *Laurenciella* y *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en las Islas Canarias. pp. 43-116. In: A Senties and K.M. Dreckmann (Eds) *Monografías Ficológicas. Vol. 4.* UAM-Iztapalapa, México y Universidad de La Laguna.

Glasby, C.J. y B. Alvarez, 1999. Distribution patterns and biogeographic analysis of Austral Polyhaeta (Annelida). *Journal of Biogeography* 26: 507-533.

Golikov, A.N., M.A. Dolgolenko, N.V. Maximovich y O.A. Scarlato, 1999. Theoretical approaches to marine biogeography. *Marine Ecology Progress Series* 63: 289-301.

Goloboff, P.A., 1993. NONA. *Cladistics.* 9: 83-91.

Greville, R.K., 1830. *Algae britannicae*, or descriptions of the marine and other inarticulated plants of the British islands, belonging to the order Algae; with plates illustrative of the genera. McLachlan & Stewart; Baldwin & Cradock. Edimburgo y Londres.

Groombridge, B. y M.D. Jenkins, 2002. *World Atlas of Biodiversity.* University of California Press. London.

Guiry, M.D. y G.M. Guiry. 2015. *AlgaeBase.* World-wide electronic publication, Universidad Nacional de Irlanda, Galway. <http://www.algaebase.org>.

Haroun, R.J. y W.F. Prud'Homme van Reine, 1993. A biogeographical study of *Laurencia* and *Hypnea* species of the Macaronesian Region. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 159: 119-125.

Harvey, W.H., 1849. *Nereis australis*, or algae of the southern ocean: being figures and descriptions of marine plants, collected on the shores of the Cape of Good Hope, the extra-tropical Australian colonies, Tasmania, New Zealand, and the Antarctic regions; deposited in the Herbarium of the Dublin University. [Part 2]. Reeve Brothers. Londres.

Harvey, W.H., 1853. *Nereis boreali-americana*; or, contributions towards a history of the marine algae of the atlantic and pacific coasts of North America. Part II. Rhodospermeae. *Smithsonian Contributions to Knowledge* 5: 1-258.

Harvey, W.H., 1855. Some account of the marine botany of the colony of western Australia. *Transactions of the Royal Irish Academy* 22: 525-566.

Hauck, F., 1888. Ueber einige von J.M. Hildebrandt im Rothen Meere und Indischen Ocean gesammelte Algen. *Hedwigia* 27: 86-93.

Haydon, D.T., B.I. Crother y E.R. Pianka, 1994. New directions on biogeography? *Trends in Ecology & Evolution* 10: 403-406.

Hernández-Cervantes, O.E., A. Senties, K.M. Dreckmann, V. Cassano y M.T. Fujii, 2015. Genus *Laurencia* sensu stricto (Rhodophyta) from the Atlantic Ocean. List of species and distribution, with biogeographic implications. *Botánica Marina*. (enviado).

Hoffmann, A. y B. Santelices, 1997. *Flora marina de Chile Central. Marine flora of central Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.

Hooker, J.D. & Harvey, W.H., 1847. *Algae tasmanicae*: being a catalogue of the species of algae collected on the shores of Tasmania by Ronald Gunn, Esq., Dr. Heannerett, Mrs. Smith, Dr. Lyall and Dr. J.D. Hooker; with characters of the new species. *London Journal of Botany* 6: 397-417.

Howe, M.A., 1934. Hawaiian algae collected by Dr. Paul C. Galtsoff. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 24: 32-42

Huisman, J.M. y M.A. Borowitzka, M.A., 2003. Marine benthic flora of the Dampier Archipelago, Western Australia. pp. 291-344. En: Wells, F.E., D.I. Walker y D.S. Jones (eds). *The Marine Flora and Fauna of Dampier, Western Australia*. Western Australian Museum. Perth.

Ippi, S. y V. Flores, 2001. Las tortugas neotropicales y sus areas de endemismo. *Acta Zoológica Mexicana* 84: 49-63.

Kützing, F.T., 1849. *Species algarum*. F.A. Brockhaus. Leipzig.

Kützing, F.T., 1863. *Tabulae phycologicae*; oder, Abbildungen der Tange. Gedruckt auf kosten des Verfassers (in commission bei W. Köhne). Nordhausen, Alemania.

Kützing, F.T., 1865. *Tabulae phycologicae*; oder, Abbildungen der Tange. Gedruckt auf kosten des Verfassers. Nordhausen, Alemania.

Kylin, H., 1938. Verzeichnis einiger Rhodophyceen von Südafrika. *Acta Universitatis Lundensis* 34(8): 1-26.

Kylin, H., 1941. Californische Rhodophyceen. *Acta Universitatis Lundensis* 37(2): 1-71.

John, D.M. y R.F. Al-Thani, 2014. Benthic marine algae of the Arabian Gulf: a critical review and analysis of distribution and diversity patterns. *Nova Hedwigia* 98: 341-392.

John, D.M., W.F. Prud'homme van Reine, G.W. Lawson, T.B. Kostermans y J.H. Price, 2004. A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. Beihefte zur *Nova Hedwigia* 127: 1-339.

Kench, P.S., S.G. Smithers, R.F. McLean y S.L. Nichol, 2009. Holocene reef growth in the Maldives: evidence of a mid-Holocene sea-level highstand in the central Indian Ocean. *Geology* 37: 455-458.

Kerswell, A.P., 2006. Global biodiversity patterns of the benthic marine algae. *Ecology* 87: 2479-2488.

Lamouroux, J.V.F., 1813. Essai sur les genres de la famille des Thallasiophytes non articulées. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle (Paris)* 20: 21-47, 115-139, 267-293, pls. 7-13.

Lewis, J.A., 1984. *Checklist and bibliography of benthic marine macroalgae recorded from northern Australia I. Rhodophyta*. Department of Defense. Defense Science and Technology Organisation. Materials Research Laboratories, Melbourne, Australia.

Lierberman, B.S., 2005. Geobiology and paleobiogeography: tracking the coevolution of the earth and its biota. *Paleobiogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 219: 23-33.

Lipkin, Y. y P.C. Silva, 2002. Marine algae and seagrasses of the Dahlak Archipelago, southern Red Sea. *Nova Hedwigia* 75: 1-90.

Lobban, C.S. y R.T. Tsuda, 2003. Revised checklist of benthic marine macroalgae and seagrasses of Guam and Micronesia. *Micronesica* 35/36: 54-99.

Lohman, D.J., M.de Bruyn, T. Page, K. von Rintelen, R. Hall, P.K.L Ng, H.T. Shih, G.R. Carvalho y T. von Rintelen, 2011. Biogeography of the Indo-Australian Archipelago. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 42: 205-226.

Lüning, K., 1990. *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. John Wiley & Sons Inc. Nueva York, Estados Unidos.

Machín-Sánchez, M., V. Cassano, J. Díaz-Larrea, A. Senties, M.T. Fujii y M.C. Candelaria-Gil, 2012. Morphological and molecular evidence demonstrates the amphi-Atlantic distribution of *Laurencia catarinensis* (Ceramiales, Rhodophyta). *Botanica Marina* 55: 241-252.

Machín-Sánchez, M., L. Le Gall, A.I. Neto, F. Rousseau, V. Cassano, A. Senties, MT. Toyota-Fujii, J. Díaz-Larrea, W. F. Prud'homme van Reine, C. Bonillo y M.C. Gil-Rodríguez, 2014. A combined barcode and morphological approach to the systematics and biogeography of *Laurencia pyramidalis* and *Laurenciella marilzae* (Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 49: 115-127.

Marques, A.C y A.L. Peña-Cantero, 2010. Areas of endemism in the Antarctic – a case study of the benthic hydrozoan genus *Oswaldella* (Cnidaria, Kirchenpaueriidae). *Journal of Biogeography* 37: 617-623.

Martin-Lescanne, J., F. Rousseau, B. De Reviers, C. Payri, A. Couloux, C. Cruaud y L. Le Gall, 2010. Phylogenetic analyses of the *Laurencia* complex (Rhodomelaceae, Ceramiales) support recognition of five genera: *Chondrophyucus*, *Laurencia*, *Osmundea*, *Palisada* and *Yuzurua* stat. nov. *European Journal of Phycology* 45: 51-61.

Masuda, M., 1997. A taxonomic study of the genus *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) from Vietnam. IV. *Laurencia nangii* sp. nov. *Cryptogamie, Algologie* 18(4): 309-318

Masuda, M. y M. Suzuki, 1997. A taxonomic study of the genus *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) from Vietnam. III. *Laurencia calliclada* sp. nov. *Cryptogamie, Algologie* 18(3): 273-282.

Masuda, M., S. Kawaguchi, Y. Takahashi, Y. Matsuo y M. Suzuki, 1997. A taxonomic study of the genus *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) from Vietnam. I. *Laurencia*

caduciramulosa Masuda et Kawaguchi sp. nov. *Cryptogamie, Algologie* 18: 1-10, 11
figs.

Masuda, M., T. Abe, K. Kogame, S. Kawaguchi, S.M. Phang, M. Daitoh, T. Sakai, Y. Takahashi y M. Suzuki, M, 2002. Taxonomic notes on marine algae from Malaysia. VIII. Three species of *Laurencia* (Rhodophyceae). *Botanica Marina* 45: 571-579.

Mateo-Cid, L.E., A.C. Mendoza-González, A. Senties, J. Díaz-Larrea, y J.A. Acosta-Calderón, 2014. *Laurecia laurahuertana* sp. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta): An epiphytic species from the Mexican Caribbean. *Phycological Research* 62: 94-101.

McDermid, K.J., 1988. *Laurencia* from the Hawaiian Islands: key, annotated list and distribution of the species. pp. 231-247. En: Abbott, I. (eds.). *Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species*. Vol.2. California Sea Grant College Program.

McDermid, K.J., 1989. *Laurencia crustiformans* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from the Hawaiian Islands. *Phycologia* 28: 352-359.

Metti, Y., A.J.K. Millar, V. Cassano y M.T. Fujii, 2013. Australian *Laurencia majuscula* (Rhodophyta, Rhodomelaceae) and the Brazilian *Laurencia dendroidea* are conspecific. *Phycological Research* 61: 98-104.

Miller, K.A., 2012. *Seaweeds of California. Updates of California Seaweed Species List*. University of California Jepson Herbarium. Berkeley, California, Estados Unidos.

Montagne, C., 1845. Plantes cellulaires. pp. 1-349. En: Hombron, J.B. y H. Jacquinot (eds). *Voyage au Pôle Sud et dans l'Océanie sur les corvettes l'Astrolabe et la Zélée...pendant les années 1837-1838-1839-1840, sous le commandement de M.J. Dumont-d'Urville. Botanique*. Vol. 1. Gide et Cie, Éditeurs. Paris

Morrone, J.J., 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*. 43: 438- 441.

Morrone, J.J., 2001. *Sistemática, biogeografía y evolución: los patrones de la diversidad en tiempo-espacio*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Morrone, J.J., 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 149-162.

Morrone, J.J. 2009. *Evolutionary Biogeography an integrative approach with case studies*. Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos.

Morrone, J.J., 2014. Parsimony analysis of endemism: Revisited. *Journal of Biogeography* 41: 842-854.

Morrone, J.J., 2015. Track analysis is beyond panbiogeography. *Journal of Biogeography* 42: 413-425.

Müller, P., 1973. *The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm: A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes*. Biogeographica Vol. 2. La Haya, Holanda.

Myer, E., 1942. *Systematics and the Origen of Species*. Columbia University Press. Nueva York, Estados Unidos.

Nam, K.W., 2004. *Laurencia* complex: Morphology of *Laurencia pinnata* (Rhodophyta), with a Key to Korean species. pp. 255-272. En: Abbott, I.A. y K.J. McDremid (eds). *Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to the Pacific and other locations Volume IX*. University of Hawaii Sea Grant College Program.

Nam, K. W., 2006. Phylogenetic re-evaluation of the *Laurencia* complex (Rhodophyta) with a description of *L. succulenta* sp. nov from Korea. *Journal of Applied Phycology* 18: 679-697.

Nam, K. W., 2007. Validation of the generic name *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Algae* 22: 53-55.

Nam, K.W., 2011. *Algal flora of Korea. Volume 4, Number 3. Rhodophyta: Florideophyceae, Ceramiales: Rhodomelaceae: Laurencia, Chondrophycus, Palisada, Chondria. Marine red algae*. National Institute of Biological Resources. Incheon, Corea del Sur.

Nam, K.W. y Y. Saito, 1991. *Laurencia similis* (Ceramiales, Rhodophyta), a new species from Queensland, Australia. *British Phycological Journal* 26: 375-382.

Nam, K.W., C.A. Maggs y D.J. Garbary, 1994. Resurrection of the genus *Osmundea* with an emendation of the generic delineation of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia* 33:384-395.

Nixon, K.C., 1999. Winclada (beta) ver 0.9.9. Publicado por el autor, Ithaca, Nueva York.

Norris, J.N., 2014. *Marine algae of the northern Gulf of California, II: Rhodophyta*. Smithsonian Contributions to Botany, Smithsonian Institution Scholarly Press. Washington, D.C.

N'Yeurt, A.D.R. y C.E. Payri, 2010. Marine algal flora of French Polynesia III. Rhodophyta, with additions to the Phaeophyceae and Chlorophyta. *Cryptogamie Algologie* 31: 3-205.

Okolodkov, Y.B., 2010. *Biogeografía Marina*. Universidad Autónoma de Campeche, México.

Oliveira, E., K. Österlund, y M.S.P. Mtolera, 2005. *Marine Plants of Tanzania. A field guide to the seaweeds and seagrasses. Numerous coloured illustrations and line drawings*. Botany Department, Stockholm University. Estocolmo, Suecia.

Papenfuss, G.F., 1943. Notes on South African marine algae. II. *Journal of South African Botany* 9: 79-92.

Paulay, G. y C. Meyer, 2002. Diversification oin the Tropical Pacific: comparison between marine and terrestrial systems and the importance of founder speciation. *Integrative and Comparative Biology* 42: 922-934.

Perestenko, L.P., 1980. *Vodorosli Zaliva Petra Velikogo [The seaweeds of Peter the Great Bay]*.: Akademia NAUKA SSSR. Dal. San Patesburgo.

- Perfectii, F., 2002. Especiación: modos y mecanismos. pp. 307-321. En: Soler, M. *Evolución: La base de la Biología*. Proyecto Sur de Ediciones. España.
- Pilger, R. 1920. Algae Mildbraedianae Annobonenses. *Botanische Jahrbücher für Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 57: 1-14.
- Platnick, N.I., 1991. On areas of endemism. *Australian Systematic Botany* 4: 11-12.
- Quantum GIS Development Team, 2014. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <<http://qgis.osgeo.org>>.
- Ramírez, M.E. y B. Santelices, 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. *Monografías Biológicas* 5: 1-437.
- Rodríguez-Rios, N., 1981. Dos especies nuevas de *Laurencia* (Rhodophyta, Ceramiales). *Ernstia* 2: 1-11.
- Rosen, B.R., 1988a. Biogeographic patterns: a perceptual overview. pp. 15-53. En: Myers A.A. y P.S. Guiller (eds). *Analytical Biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distribution*. Springer Science y Business Media Dordrech. Londres, Inglaterra.
- Rosen, B.R., 1988b. From fossil to earth history: applied historical biogeography. pp. 437-481. En: Myers A.A. y P.S. Guiller (eds). *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distribution*. Springer Science y Business Media Dordrech. Londres, Inglaterra.

Sahoo, D., Nivedita y Debasish, 2001. *Seaweeds of Indian coast*. A.P.H. Publishing. Nueva Delhi, India.

Saito, Y. y H.B.S. Womersley, 1974. The southern Australian species of *Laurencia* (Ceramiales: Rhodophyta). *Australian Journal of Botany* 22: 815-874.

Sales M., E. Ballesteros, M.J. Anderson, L. Ivesa y E. Cardona, 2012. Biogeographical pattern of algal communities in the Mediterranean Sea: *Cystoseira* crinite-dominated assemblages as a case study. *Journal of Biogeography*. 39: 140-152.

Schnetter, R., 1976. Nuevas algas benticas del litoral Caribe de Colombia. *Caldasia*: 57-60.

Scotese C.R., 2010. *PaleoMap Project*. Arlington, Texas. <<http://www.scotese.com/sitemap.htm>>

Senna-Garraffoni, A.R., S. Shigueo-Nihei y P. Da Cunha Lana, 2006. Distribution patterns of Terebellidae (Annelida: Polychaeta): an application of Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). *Scientia Marina* 70S3: 269-276.

Sentías G., A. y M.T. Fujii, 2002. El complejo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe Mexicano. pp. 119-192. En: Sentías G., A. & K.M. Dreckmann (eds). *Monografías Ficológicas* 1. UAM-Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica.

Setchell, W.A., 1914. Parasitic Florideae, I. *University of California Publications in Botany* 6: 1-34.

Setchell, W.A. y N.L. Gardner, 1924. New marine algae from the Gulf of California. *Proceeding of the California Academy of Science, Series 4* (12): 695-949

Setchell, W.A., 1926. Tahitian algae collected by W.A. Setchell, C.B. Setchell and H.E. Parks. *University of California Publications in Botany* 12: 61-142.

Setchell, W.A. y N.L. Gardner, 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. *Proceedings of the California Academy of Science, Series 4* 19: 109-215

Setchell, W.A. y N.L. Gardner, 1937. The Templeton Crocker Expedition of the California Academy of Sciences, 1932. No. 31: A preliminary report on the algae. *Proceedings of the California Academy of Science, series 4* 22: 65-98

Shigeo-Nihei, S., 2006. Microconceptions about parsimony analysis of endemism. *Journal of Biogeography* 33: 2099-2106.

Silva, P.C., E.G. Meñez y R.L. Moe, 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. *Smithsonian Contributions to Marine Sciences* 27: 1-179.

Silberfeld, T., L. Bittner, C. Fernández-García, C. Cruaud, F. Rousseau, B. de Riviers, F. Leliaert, C.E. Payri y O. de Clerck, 2013. Species diversity, phylogeny and large scale biogeographic patterns of the genus *Padina* (Phaeophyceae, Dictyotales). *Journal of Phycology* 49: 130-142.

Silva, P.C., 1972. Remarks on algal nomenclature. V. *Taxon* 21: 199-205.

Silva, P.C. P.W. Basson y R.L. Moe, 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79: 1-1259.

Skelton, P.A. y G.R. South, 1999. A preliminary checklist of the benthic marine algae of the Samoan Archipelago. *University of the South Pacific Marine Studies Programme Technical Report* 99/1: 1-30.

Skelton, P.A. y G.R. South, 2007. The benthic marine algae of the Samoan Archipelago, South Pacific, with emphasis on the Apia District. *Nova Hedwigia Beihefte* 132: 1-350.

Smith, G.M. y G.J. Hollenberg, 1943. On some Rhodophyceae from the Monterey Peninsula, California. *American Journal of Botany* 30: 211-223.

Sonder, G., 1845. Nova algarum genera et species, quas in itinere ad oras occidentales Novae Hollandiae, collegit L. Priess, Ph. Dr. *Botanische Zeitung* 3: 49-57.

Sonder, O.G., 1853. Plantae Muellerianae. Algae. *Linnaea* 25: 657-703.

South, G.R. y P.A. Skelton, 2003. Catalogue of the marine benthic macroalgae of the Fiji Islands, South Pacific. *Australian Systematic Botany* 16: 699-758.

Spalding, M.D., H. E. Fox, G.R. Allen, N. Davidson, Z.A. Ferdaña, M. Finlayson, B.S. Halpern, M.A. Jorge, A. Lombana, S.A. Lourie, K.D. Martin, E. McManus, J. Molnar,

C.A. Recchia y J. Robertson, 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*. 57: electrónico.

Stegenga, H., J.J. Bolton y R.J. Anderson, 1997. *Seaweeds of the South African west coast*. Bolus Herbarium, University of Cape Town. Cape Town, Sudáfrica..

Suhr, J.N., 1840. Beiträge zur Algenkunde. *Flora* 23: 257-265, 273-282, 289-298.

Tapia-Silva, F.O., O.E. Hernández-Cervantes, M.I. Vilchis-Alfaro, A. Senties and K.M. Dreckmann. Mapping of algae richness using spatial data interpolation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-7/W3*: 1005- 1008.

Taylor, W.R., 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 12: 1-528.

Taylor, W.R., 1947. Algae collected by the "Hassler", "Albatross" and Schmitt expeditions. III. Marine algae from Peru and Chile. *Papers of the Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters* 31: 57-90.

Titlyanov, E.A., T.V. Titlyanova, I.M. Yakovleva y O.S. Sergeeva, 2006. Influence of winter and spring/summer algal communities on the growth and physiology of adjacent scleractinian corals.. *Botanica Marina* 49: 200-207.

Tittensor, D.P., C. Mora, W. Jetz, H.K. Looze, D. Ricard, E.V. Berghe y B. Worm, 2010. Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature Letters* 466: 1098-1103.

Tronholm, A., F. Leliaert, M. Sansón, J. Alfonso-Carrillo, L. Tyberghein, H. Verbruggen y O. de Clerck. 2012. Contrasting geographical distributions as a result of thermal tolerance and long-distance dispersal in two allegedly widespread tropical brown algae. *PLoS ONE*. 7: 1-10.

Tseng, C.K. 1943. Marine algae of Hong Kong. IV. The genus *Laurencia*. *Papers of the Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters* 28: 185-208.

Tseng, C.K., C.F. Chang, E.Z. Xia y B.M. Xia, 1982. Studies on some marine red algae from Hong Kong. pp. 57-84. En: Morton, O. y C.K. Tseng, C.K (eds). *Proceedings of the First International Marine Biology Workshop: The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China, Hong Kong, 1980*. Hong Kong University Press. Hong Kong.

Tsuda, R.T., 2003. Checklist and bibliography of the marine benthic algae from the Mariana Islands (Guam and CNMI). *Technical Report. University of Guam Marine Laboratory* 107: 1-49.

Tsuda, R.T. y S.K. Walsh., 2013. Bibliographic checklist of the marine benthic algae of Central Polynesia in the Pacific Ocean (excluding Hawai'i and French Polynesia). *Micronesica* 2013-02: 1-91.

Tsuda, R.T., 2014. Bibliographic catalogue of the marine benthic algae in the Papahnaumokukea Marine National Monument (Northwestern Hawaiian Islands). *Phytotaxa* 167(1): 35-60.

Vandermeulen, H., D.J. Garbary y M.D. Guiry, 1990. *Laurencia minuta* sp. nov. (Ceramiales, Rhodomelaceae), a diminutive red alga from the Gulf of Aqaba (Red Sea). *British Phycological Journal* 25: 237-244.

Vargas, S., H.M. Guzmán y O. Breedy, 2008. Distribution patterns of the genus *Pacifigorgia* (Octorcorallia: Gorgoniidae): track compatibility analysis and parsimony analysis of endemism. *Journal of Biogeography* 35: 241-247.

Verheij, E. y W.F. Prud'homme van Reine, 1993. Seaweeds of the Spermonde Archipelago, SW Sulawesi, Indonesia. *Blumea* 37: 385-510.

Wiley, E.O., 1981. *Phylogenetics: The theory and practice of phylogenetic systematics*. John Wiley & Sons. Estados Unidos.

Williams, S.T. y T. F. Duda Jr, 2008. Did tectonic activity stimulate Oligo-Miocene speciation in the Indo-West Pacific? *Evolution* 62: 1618-1634.

Womersley, H.B.S., 2003. *The marine benthic flora of southern Australia – Part IIID Ceramiales – Delesseriaceae, Sarcomeniaceae, Rhodomelaceae*. Australian Biological Resources Study & State Herbarium of South Australia. Canberra y Adelaide, Australia.

Wynne, M.J., D. Serio, M. Cormaci y G. Furnari, 2005. The species of *Chondrophycus* and *Laurencia* (Rhodomelaceae, Ceramiales) occurring in Dhofar, the Sultanate of Oman. *Phycologia* 44: 497-509.

Yamada, Y., 1931. Notes on *Laurencia*, with special reference to the Japanese species. *University of California Publications in Botany* 16: 185-310.

Yamada, Y., 1932. Notes on some Japanese algae IV. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Series 5* 2: 267-276.

Yoneshigue, Y., 1985. *Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil). Thèse présentée à l'Université d'Aix-Marseille II Faculté des Sciences de Luminy pour obtenir le grade de Docteur d'État-Sciences. Docteur d'Etat-Sciences. Université d'Aix-Marseille II, Faculté des Sciences de Luminy. Luminy.*

Yoshida, T., Y. Nakajima y Y. Nakata, 1990. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990). *Japanese Journal of Phycology* 38: 269-320.

Yoshida, T. y K. Yoshinaga, 2010. Checklist of marine algae of Japan (Revised in 2010). *Japanese Journal of Phycology (Sôru)* 58: 69-122.

Zaberzhinskaya E.B., A.D. Zinova y K.M Petrov K.M, 1967. The macrophytes of the Caspian at the Azerbaijan coastline (Chlorophyta, Phaeophyta and Rhodophyta). (Not known): 158-203.

Zanardini, G., 1847. Notizie intorno alle cellulari marine delle lagune e de' litorali di Venezia (I). *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* 6: 185-262.

Zanardini, G., 1872. *Phycearum indicarum pugillus a Cl. Eduardo Beccari ad Borneum, Sincapoore et Ceylanum annis MDCCCLXV-VI-VII collectarum quas*

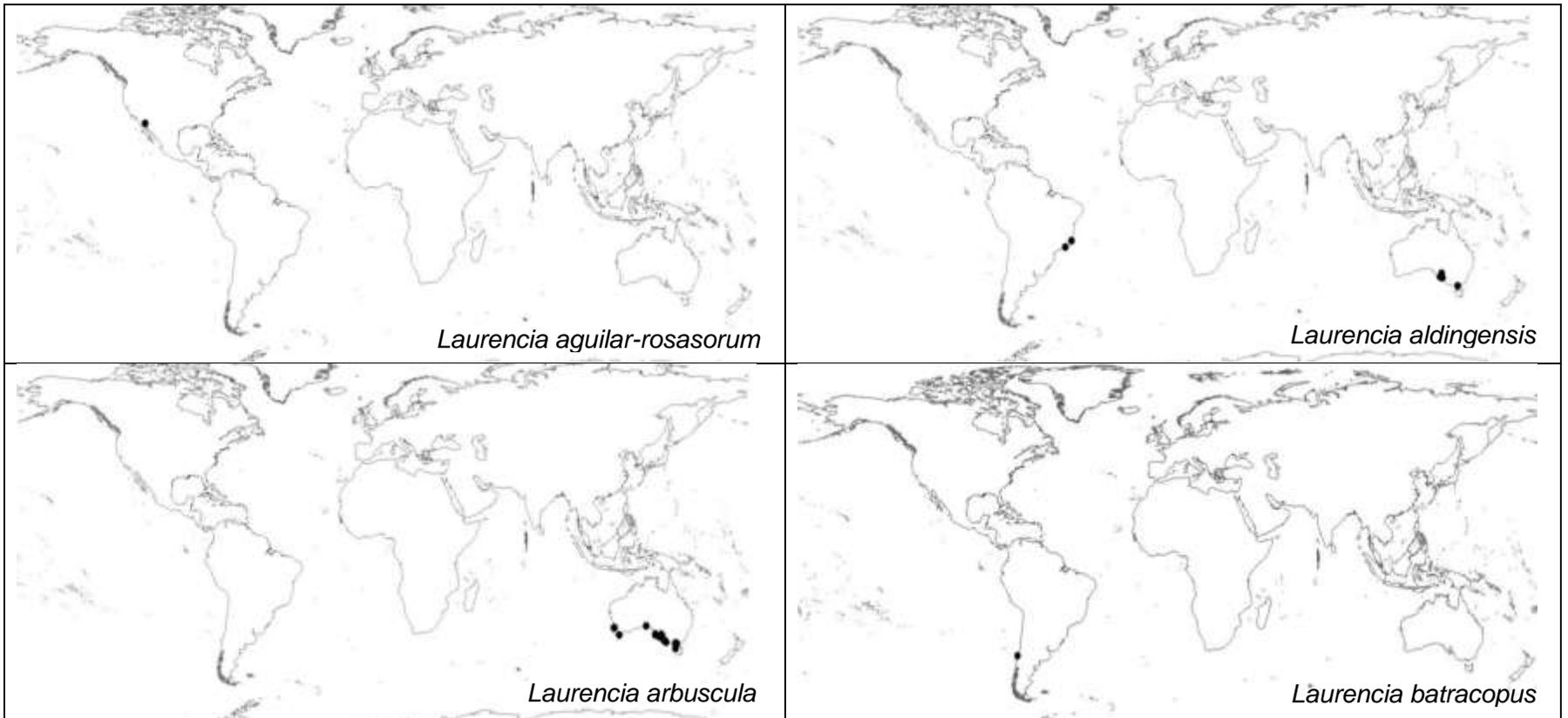
cognitas determinavit, novasque descripsit iconibusque illustrare curavit Joannes Zanardini. *Memorie del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* 17: 129-170.

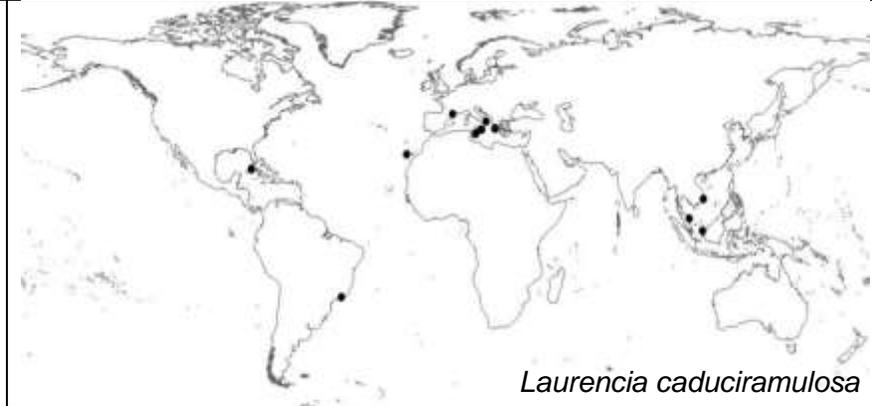
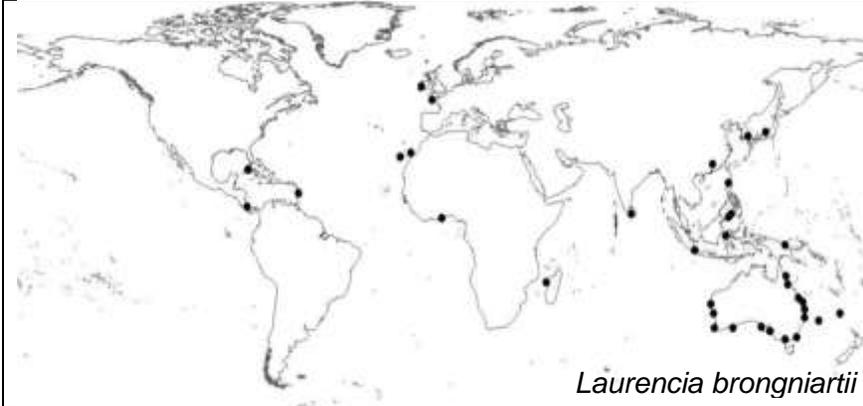
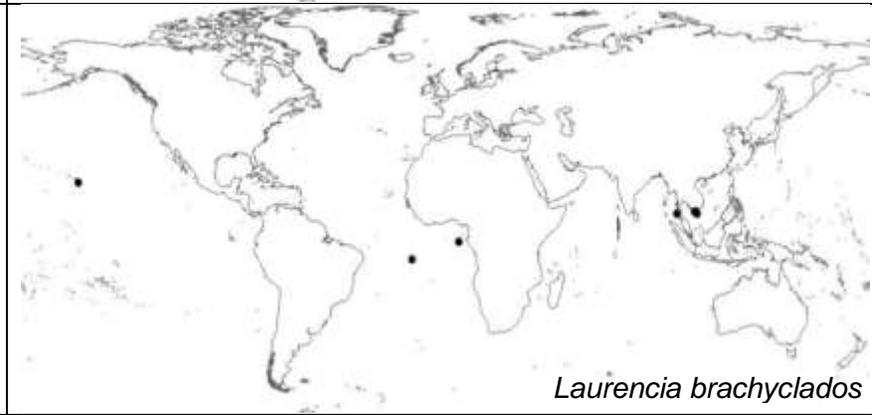
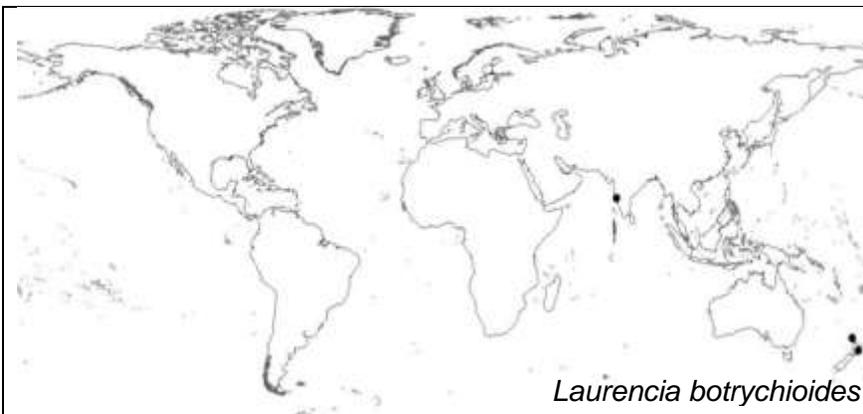
Zhang, J. y B. Xia, B., 1983. Studies on some marine red algae of the Xisha Islands, Guangdong Province, China. IV. *Studia Marina Sinica* 20: 123-140.

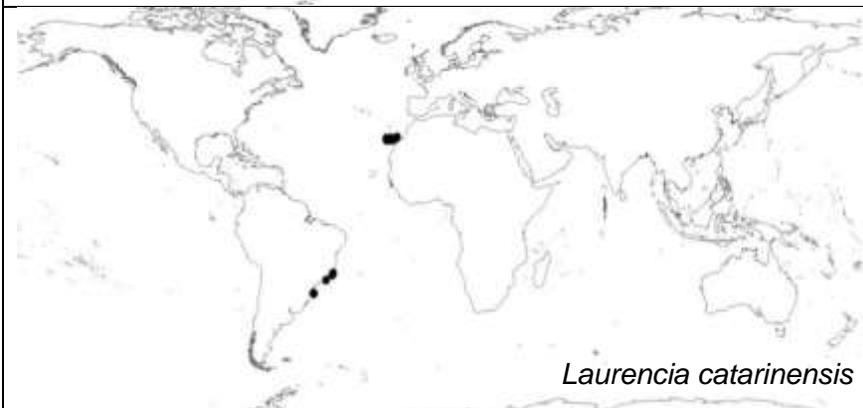
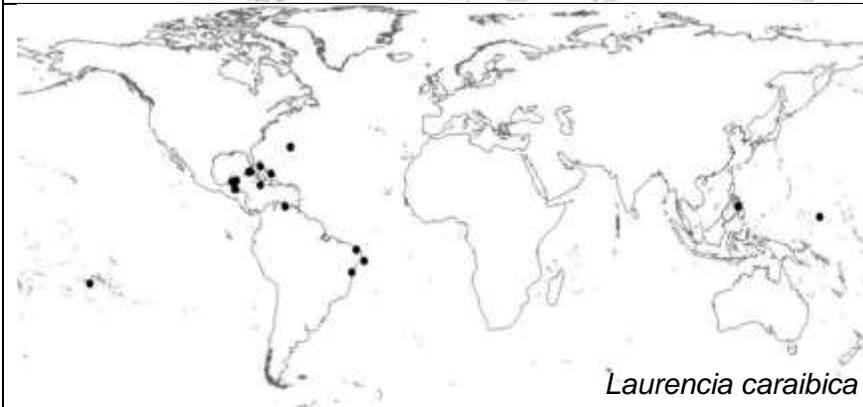
Zhang J.F. y B.M. Xia, 1988. *Laurencia* from China: key list and distribution of the species. pp. 249-252. En: Abbott, I. (eds.). *Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species Vol.2*. California Sea Grant College Program.

Zunino, M, y A. Zullini, 2003. *Biogeografía, la dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura Económica, México.

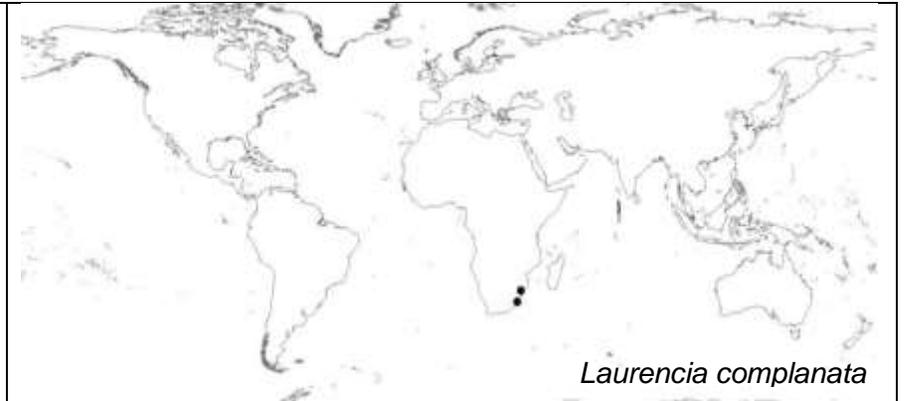
APÉNDICE 1. Mapas de distribución geográfica de las especies de *Laurencia*.



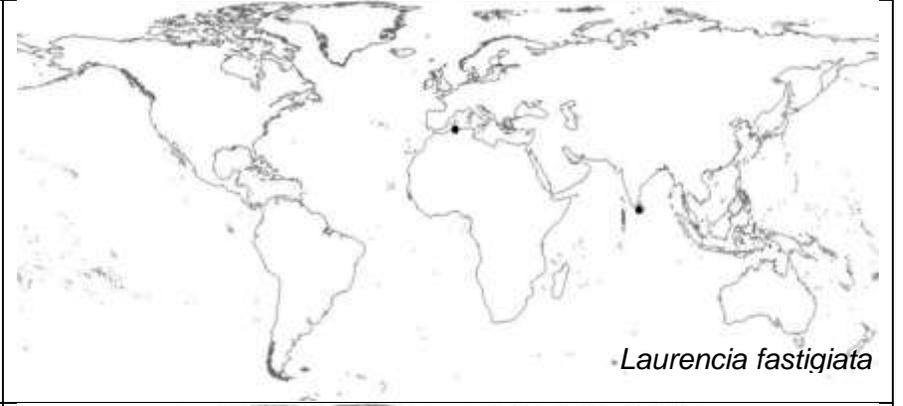
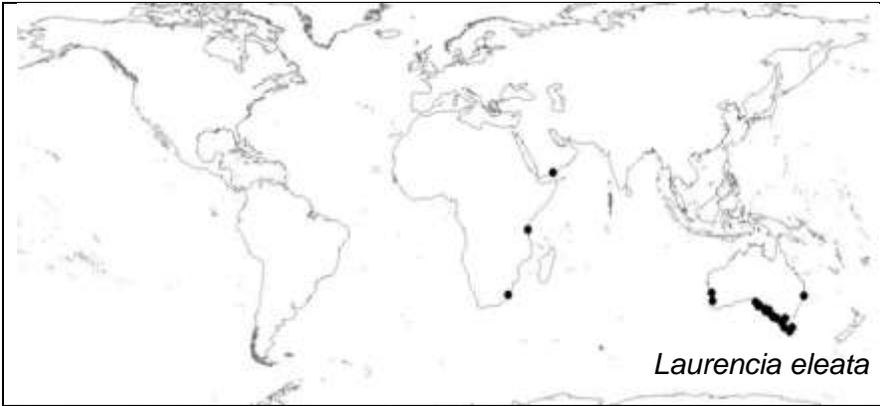


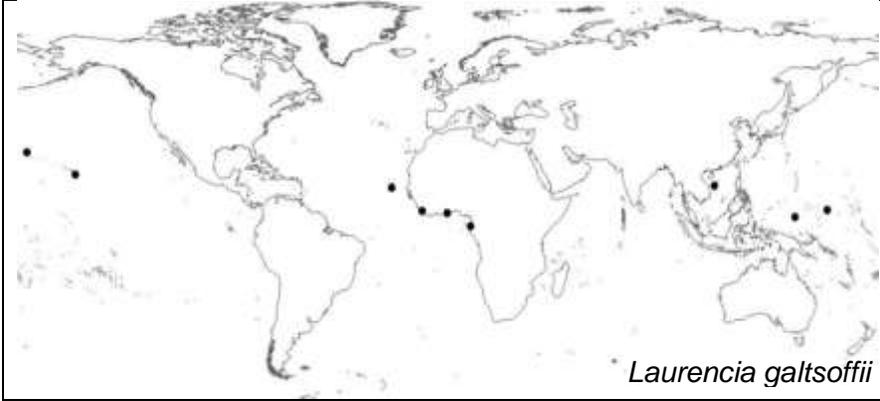
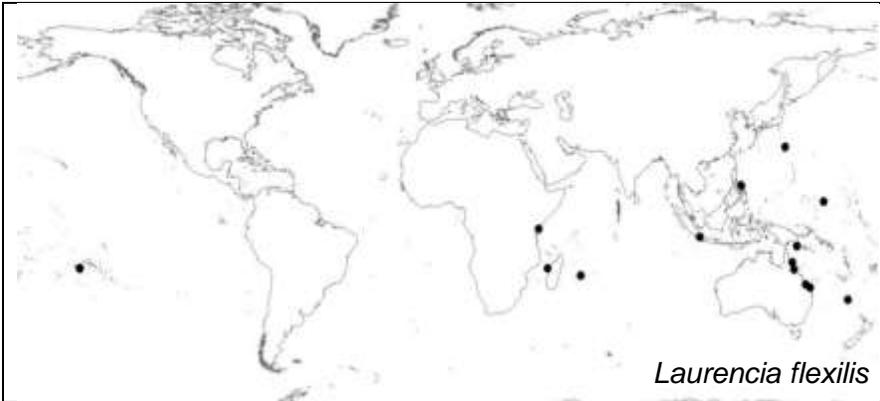


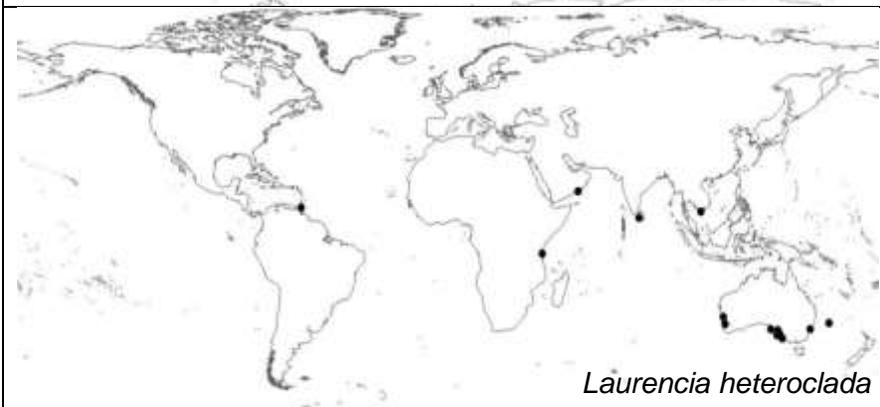
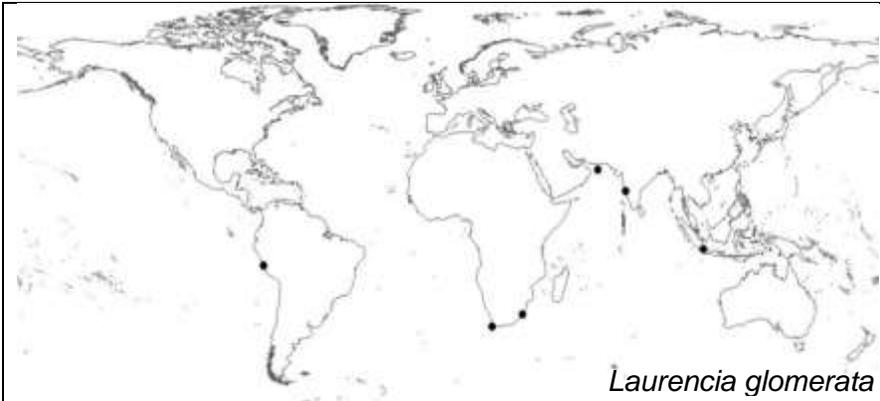


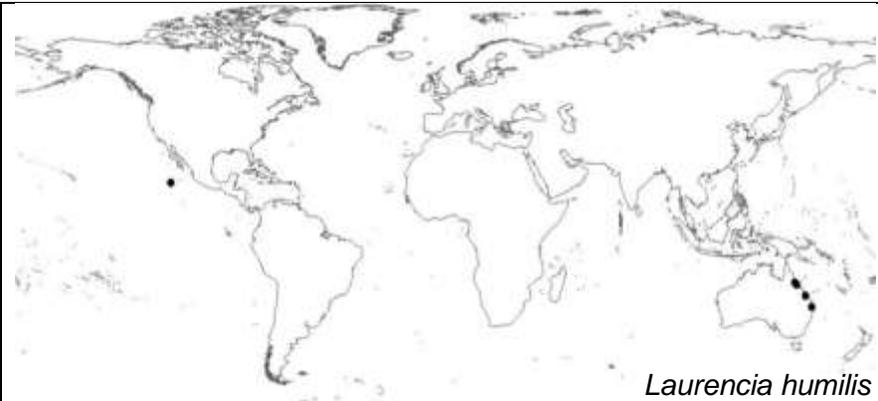












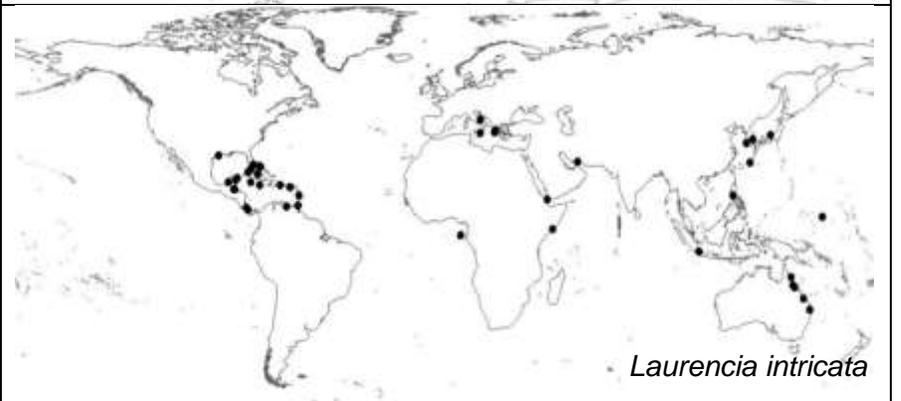
Laurencia humilis



Laurencia indica



Laurencia intercalaris



Laurencia intricata



Laurencia ireii



Laurencia japonensis





Laurencia mariannensis



Laurencia masonni



Laurencia maxineae



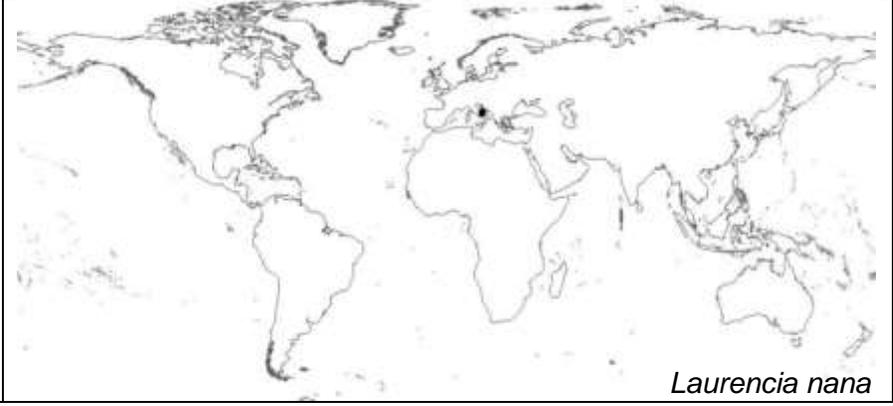
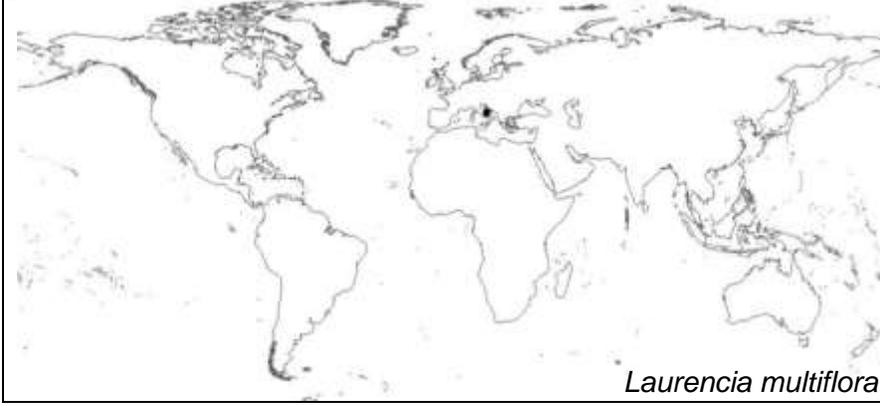
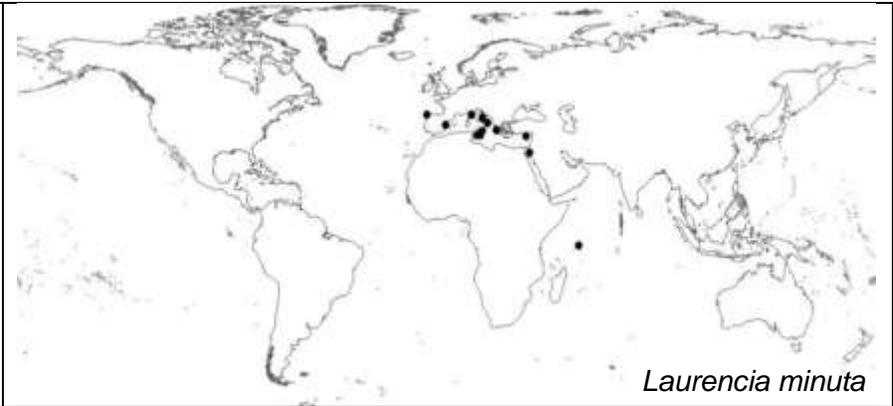
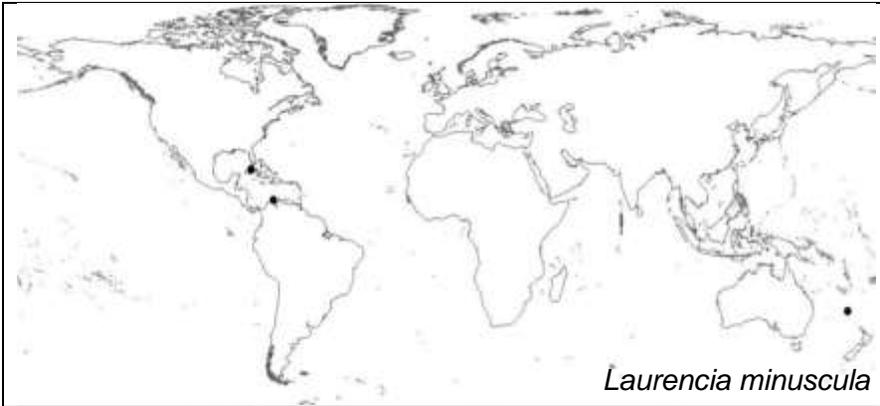
Laurencia mcdermidiae



Laurencia mediocris



Laurencia microcladia

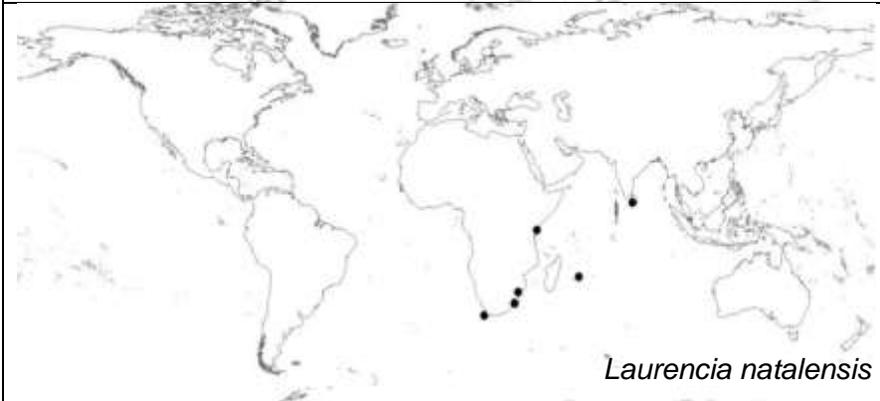




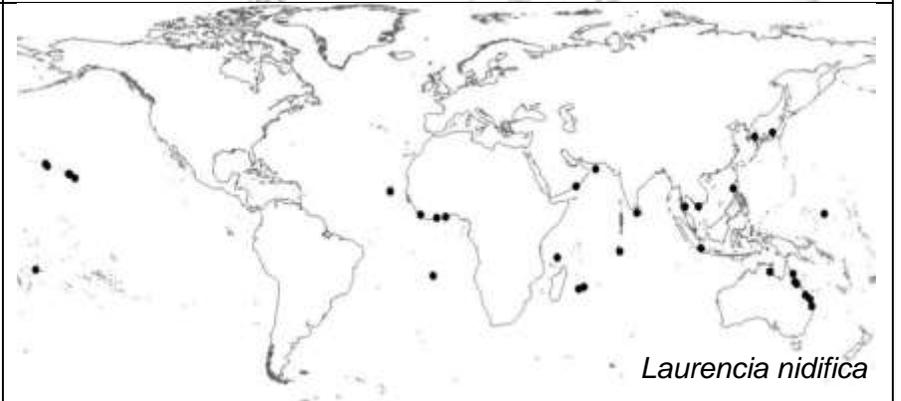
Laurencia nangii



Laurencia nanhaiensis



Laurencia natalensis



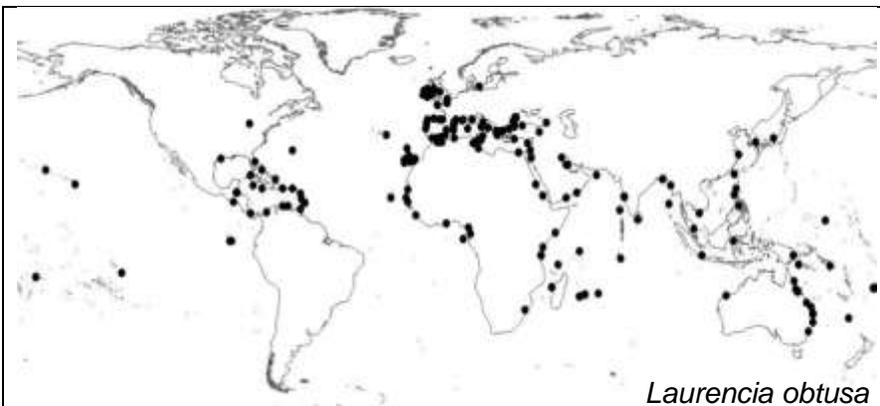
Laurencia nidifica



Laurencia nipponica



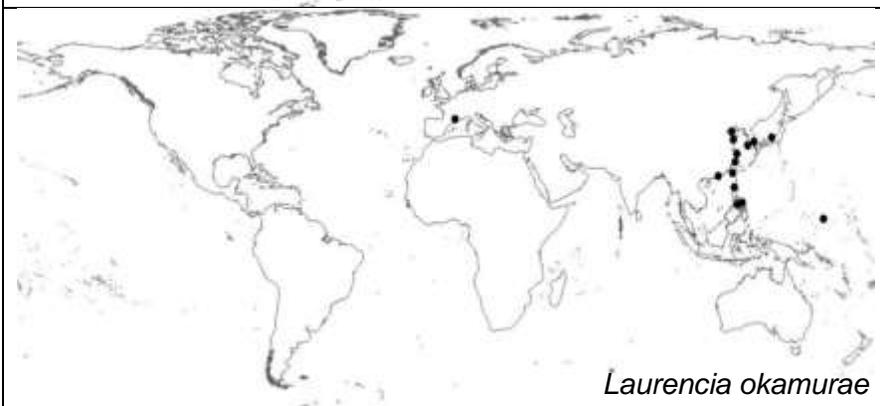
Laurencia nuda



Laurencia obtusa



Laurencia obtusiuscula



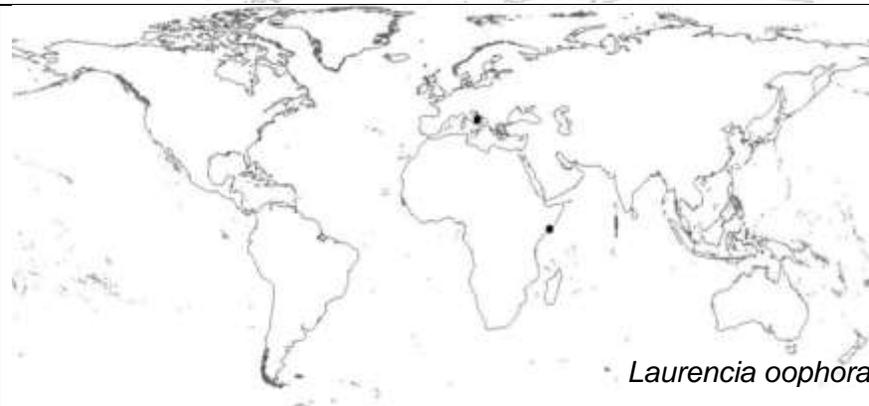
Laurencia okamurai



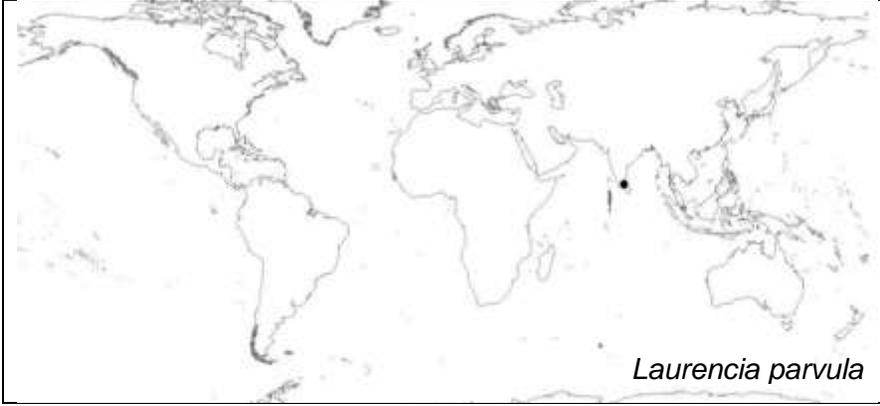
Laurencia oliveirana

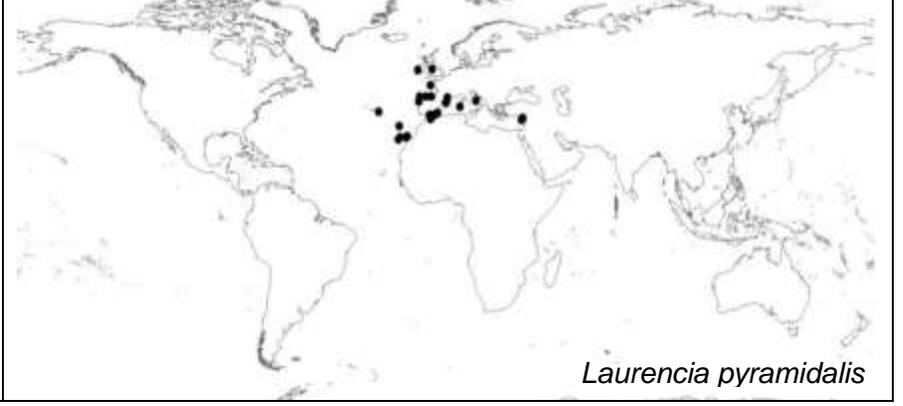
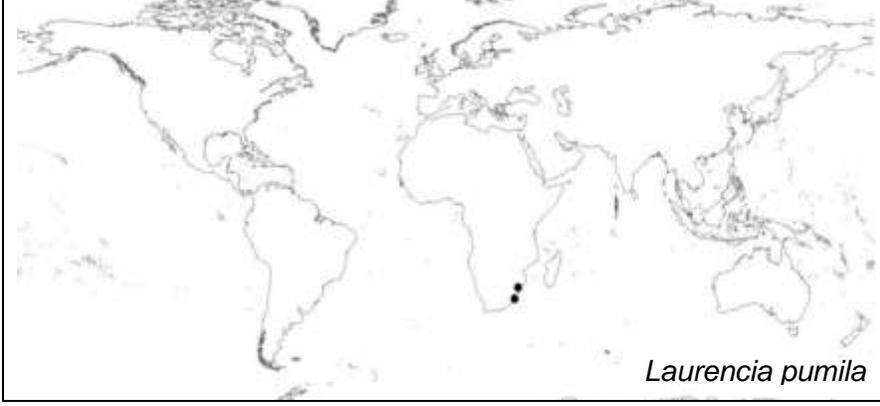


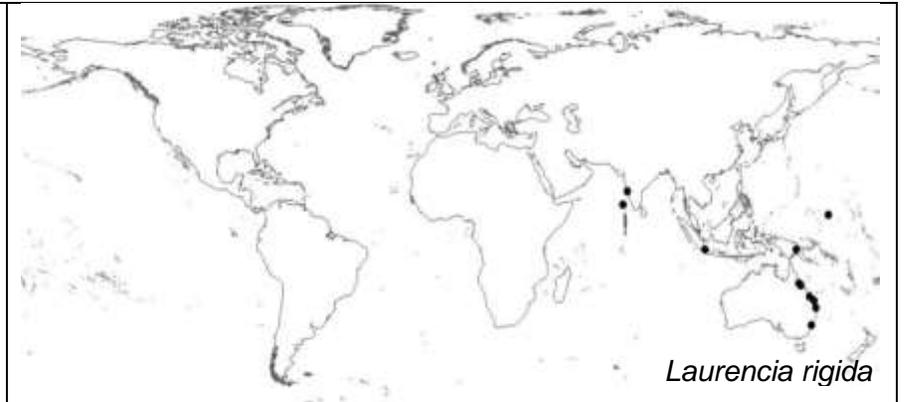
Laurencia omaezakiana

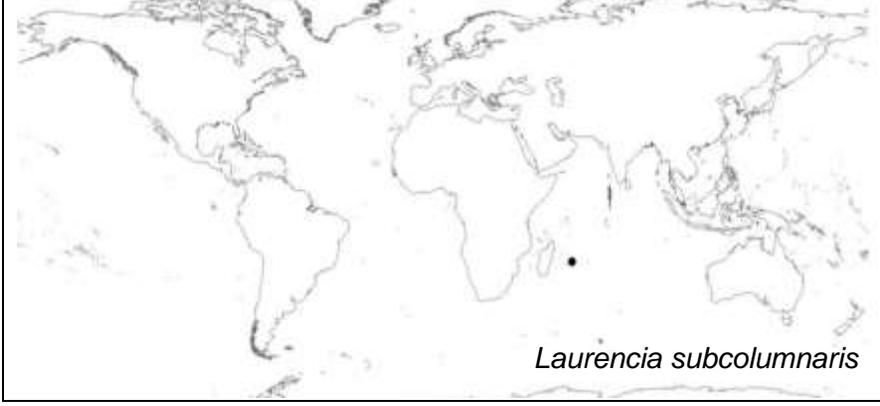
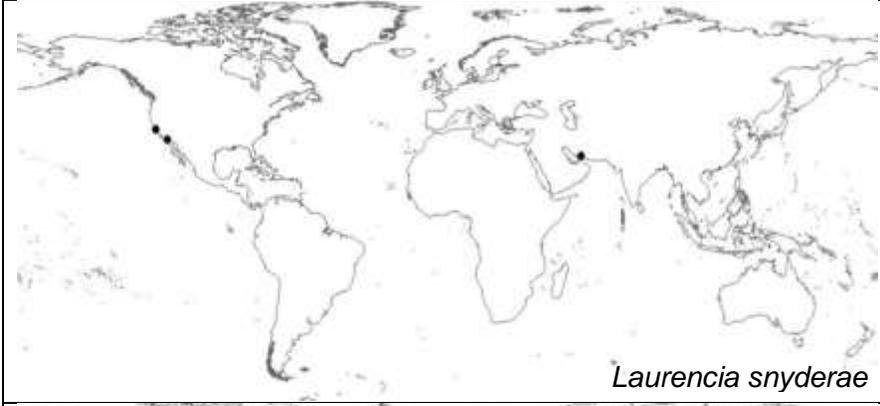
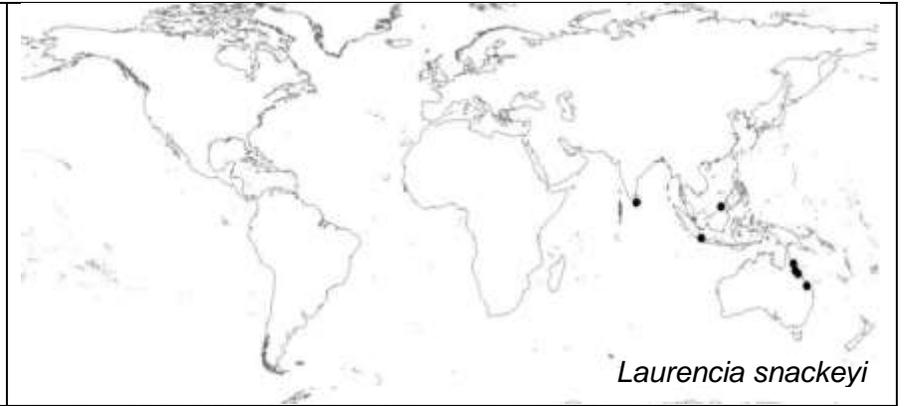


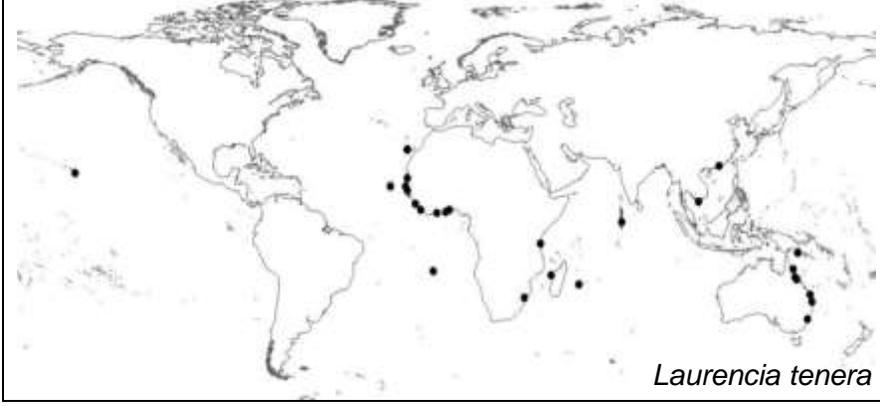
Laurencia oophora

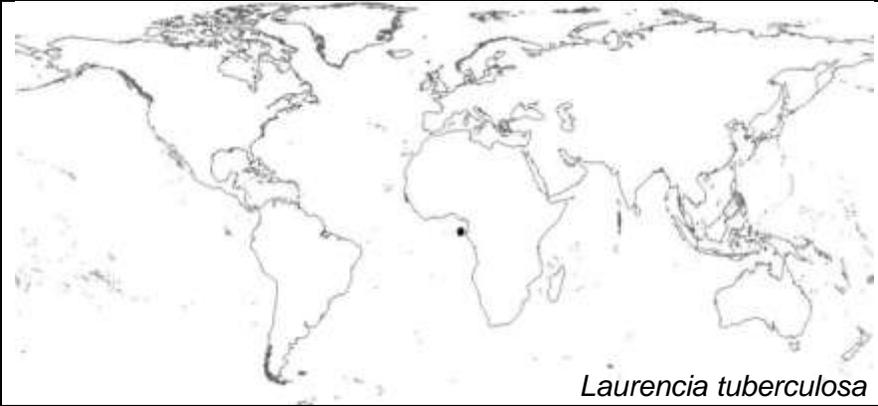
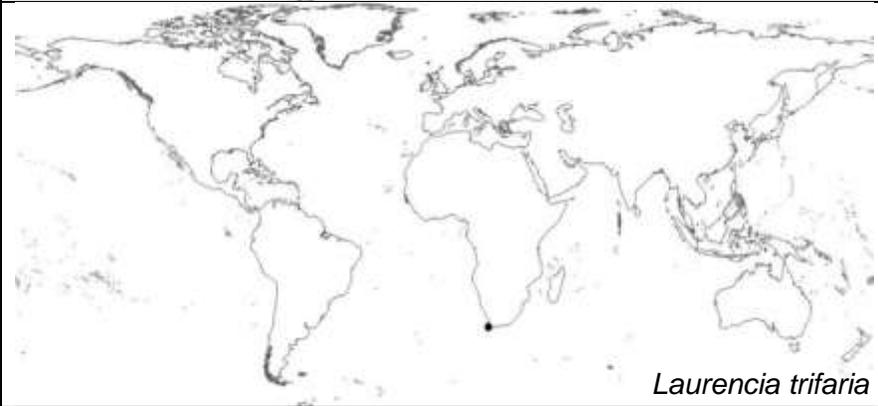
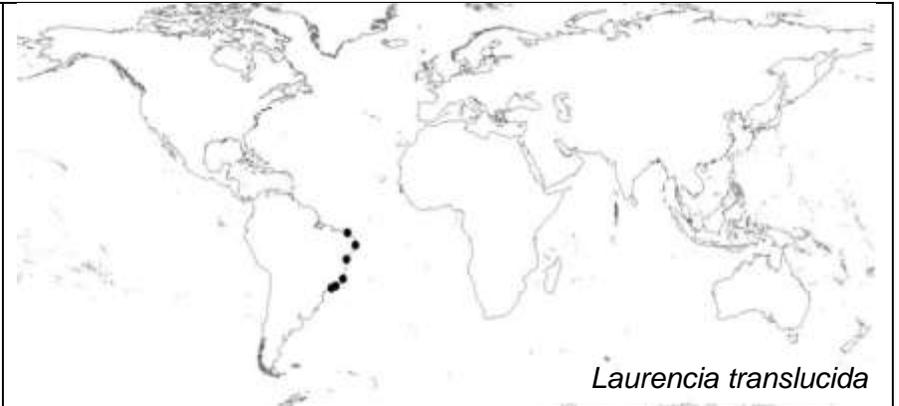
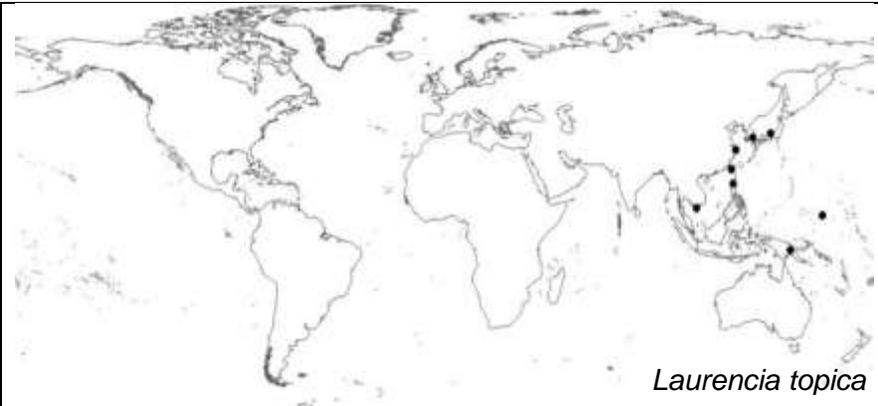














Apéndice 2. Matriz de presencia ausencia de las especies del género *Laurencia*.

	<i>L. arbuscula</i>	<i>L. calliclada</i>	<i>L. calliptera</i>	<i>L. caspica</i>	<i>L. chinensis</i>	<i>L. clarionensis</i>	<i>L. coelenterata</i>	<i>L. congesta</i>	<i>L. densissima</i>	<i>L. estebaniana</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isia de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. foldatsii</i>	<i>L. gardneri</i>	<i>L. hancockii</i>	<i>L. intercalaris</i>	<i>L. japonensis</i>	<i>L. johnstonii</i>	<i>L. laurahuertana</i>	<i>L. ligulata</i>	<i>L. masonni</i>	<i>L. maxineae</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. mcdermidae</i>	<i>L. mediocris</i>	<i>L. nangii</i>	<i>L. nahlensis</i>	<i>L. nuda</i>	<i>L. obtusiuscula</i>	<i>L. oliveirana</i>	<i>L. omaezekiana</i>	<i>L. oppositoclada</i>	<i>L. pacifica</i>	<i>L. paitensis</i>
Hawaii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. parvula</i>	<i>L. paninsularis</i>	<i>L. penninsularis</i>	<i>L. ptychodes</i>	<i>L. richardsii</i>	<i>L. saitoi</i>	<i>L. scheperdii</i>	<i>L. singaporensis</i>	<i>L. spinulifera</i>	<i>L. subcolumnaris</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
India	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. subopposita</i>	<i>L. subsimplex</i>	<i>L. succulenta</i>	<i>L. tasmanica</i>	<i>L. thyrifera</i>	<i>L. turbinata</i>	<i>L. verruculosa</i>	<i>L. viellardii</i>	<i>L. viridis</i>	<i>L. voragina</i>
Hawaii	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
California	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sudáfrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. uvifera</i>	<i>L. flexuosa</i>	<i>L. aldingensis</i>	<i>L. catarinensis</i>	<i>L. clavata</i>	<i>L. claviformis</i>	<i>L. coronopus</i>	<i>L. corymbosa</i>	<i>L. crustiformans</i>	<i>L. decidua</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
California	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Este de África	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. distichophylla</i>	<i>L. eleata</i>	<i>L. epiphylla</i>	<i>L. forsteri</i>	<i>L. gracilis</i>	<i>L. hamata</i>	<i>L. indica</i>	<i>L. lajolla</i>	<i>L. laxa</i>	<i>L. marianensis</i>	<i>L. nipponica</i>	<i>L. pannosa</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
California	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Este de África	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Costa Sunda	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Oeste del Triángulo Coral	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Sur del Mar de China	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
Mar de China	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Norte de Asia	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
Norte de Australia	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Nueva Caledonia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. pinnata</i>	<i>L. pumila</i>	<i>L. pyramidalis</i>	<i>L. rigida</i>	<i>L. snackeyi</i>	<i>L. subdisticha</i>	<i>L. topica</i>	<i>L. complanata</i>	<i>L. honkongnensis</i>	<i>L. langeniformis</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Mediterráneo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sudáfrica	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Este de África	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Península Arábiga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Costa Sunda	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
Oeste del Triángulo Coral	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Sur del Mar de China	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Mar de China	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Norte de Asia	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Norte de Australia	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bretaña	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación

	<i>L. moretonensis</i>	<i>L. natalensis</i>	<i>L. platyclada</i>	<i>L. silvae</i>	<i>L. similis</i>	<i>L. translucida</i>	<i>L. tristicha</i>	<i>L. flexilis</i>	<i>L. aguilarsosorum</i>	<i>L. fenicali</i>	<i>L. irei</i>	<i>L. dendroidea</i>	<i>L. chilensis</i>
Hawaii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
California	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Pacífico Tropical Americano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Sudamérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mar Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sur del Brasil	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Mar Mediterráneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar Negro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaronésia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sudáfrica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de África	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Península Arábiga	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Maldivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Sunda	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Oeste del Triángulo Coral	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sur del Mar de China	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mar de China	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Norte de Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte de Australia	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Nueva Caledonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Islas del Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Mar Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brasil Oriental	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Isla de Pascua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polinesia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Este del Triángulo Coral	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pacífico Noroeste tropical	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Islas Marshall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Península Ibérica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Breña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Sur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Este de Australia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suroeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oeste de Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nueva Zelanda (Norte)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRODUCTOS OBTENIDOS DEL PROYECTO DE TESIS

Trabajos en Congresos:

Hernández-Cervantes, O.E., A. Senties, J. Díaz-Larrea y K.M. Dreckmann, 2013. Áreas de endemismo de las especies del género *Laurencia* (Rhodophyta, Ceramiales) en el Atlántico. VII Congreso Nacional de Ficología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Celebrado del 16 al 18 de Octubre de 2013.

Hernández-Cervantes, O.E., A. Senties, F.O. Tapia-Silva, K.M. Dreckmann y J. Díaz-Larrea, 2014. Distribución espacial de la riqueza de especies del género *Laurencia* (Rhodophyta, Ceramiales). X Congreso de Ficología de Latinoamérica y el Caribe/VII Reunión Iberoamericana de Ficología. SOFILAC y Universidad Autónoma Metropolitana. Metepec, Estado de México. Celebrado del 5 al 10 de Octubre de 2014.

Tapia-Silva, FO., **O.E. Hernández-Cervantes**, M.I. Vilchis-Alfaro, A. Senties y K.M. Dreckmann, 2015. Mapping of algae richness using spatial data interpolation. 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE). German Aerospace Center. Berlín, Alemania.

Publicaciones:

Tapia-Silva, F.O., **O.E. Hernández-Cervantes**, M.I. Vilchis-Alfaro, A. Senties and K.M. Dreckmann, 2015. Mapping of algae richness using spatial data interpolation.

The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-7/W3: 1005- 1008.

Hernández-Cervantes, O.E., A. Senties, K.M. Dreckmann, V. Cassano y M.T. Fujii, 2015. Genus *Laurencia* sensu stricto (Rhodophyta) from the Atlantic Ocean. List of species and distribution, with biogeographic implications. *Botánica Marina*. (enviado).

MAPPING OF ALGAE RICHNESS USING SPATIAL DATA INTERPOLATION

F.O. Tapia-Silva,^{a,*}, O.E. Hernández-Cervantes^b, M.I. Vilchis-Alfaro^b, A. Senties^a, K.M. Dreckmann^a

^a Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. A.P. 55-535, México, D.F. 09340, México. (otapia, asg, tuna)@xanum.uam.mx

^b Maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. A.P. 55-535, México, D.F. 09340, México. (anfibio_io, isa_bell80)@hotmail.com,

THEME: Marine and Coastal Environment, resources and dynamics

KEY WORDS: Algae richness, world wide coastal mapping, kriging interpolation, Gulf of Mexico

Abstract

This work describes the generation of a database of algal species richness at two spatial scales – regional (Gulf of Mexico and the Caribbean) and global (coastal zones). As a first approach to the definition of the temporal variability, and to produce the corresponding maps, a previously published decision tree is used in order to select the best spatial interpolation technique according to the characteristics of the spatial data. The methods presented are ordinary Kriging (since no relationship exists with any environmental variable that could function as an external variable) and inverse distance squared, for comparative purposes. The methods to generate the spatial layers are evaluated using the leave-one-out cross validation technique. Although the evaluation did not find a large correspondence (in terms of linear regression) between the interpolated and measured values, it was possible to capture the spatial variability of the process and produce the cartography of this variable, with which future ecological analyses can be performed..

Introduction

Species richness can be considered to be the simplest way to measure biodiversity (Krebs, 1978) and the results can be analyzed using several methods. One such method is the generation of maps, which have been important to describe both populations and species found in habitats and areas. Maps have also contributed to interpreting heterogeneous data related to the specific presence along diverse environmental gradients. Marine algae are no exception to this approach, since the mapping of this parameter has greatly helped to identify the possible environmental and historical factors that explain the patterns of algal diversity both regionally and globally.

Investigations about the mapping of species richness are scarce and have been dedicated to identifying variations in the measurements of diversity based on an environmental gradient (eg. latitudinal gradient) (Santelices & Marquet, 1998). Meanwhile, the development of geographic information systems has led to the implementation of certain predictors in order to develop algal diversity maps. One method which has been used to predict richness is to determine whether a correlation exists between environmental variables and macroalgae (Keith et al 2014). Another important method to generate maps of the distribution of algal diversity is to obtain the distribution intervals of algae genera or species and thereby determine the value of the total number of intervals that are overlapped in each quadrant or site, using the inverse distance weighted interpolator (IDW) to estimate this parameter (Kerswell, 2006).

The classical statistical methods that have been used to estimate species richness ignore the fact that the spatial distribution of species richness presents a continuity and a dependency pattern at the spatial level. This is due to the presumptions about stationarity in space and time, independency among data and the identical distribution of the parameters. Nevertheless, these presumptions are not always accurate.

Geostatistical methods have been applied to these types of cases, which consider dependency among contiguous geographic units

based on the value of the species richness (Crúz-Cárdenas et al. 2013).

Therefore, even though some methodological approaches exist to map patterns of algal species richness, alternatives that are based on different principles are needed. One example is the kriging method pertaining to geostatistics, given that the application of geographic information systems to the study of the diversity of these organisms is fully developed.

One of the ways in which this tool is useful to biology is to identify areas that are of interest because of their high or low diversity. As a consequence of the identification of hotspots present in the maps generated, potential areas for the conservation of species or endemism can be evaluated (Escalante, 2003), as well as the potential distribution of a particular species. Important information can also be obtained to determine the coastal zones that need a better evaluation of algal diversity. It is worth mentioning another factor to be considered when conducting bio-geographical investigations—the distribution patterns of species richness (Morrone 2009).

It is important to mention that these methods may operate differently depending on the geographic scale and the taxonomic level of the study (Kerswell, 2006). Thus, the scales and biological models used in the present work are: (1) on a global scale, the *Laurencia* genus which includes the red algal species and presents a tropical, subtropical and temperate distribution interval (Senties & Fujii, 2002); and (2) on a regional scale, large macroalgae on the coasts of the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean (GMC), which is a biological group that may represent a potentially important resource for the country (Dreckmann & Senties, 2013).

The use of ordinary kriging (OK) enables taking into account local variations in the mean, limiting the stationarity domain to a local area Ω around the position x where the variable will be estimated.

* Corresponding author.

The expression $Z(x) = Y(x) + m(x)$ represents a stochastic process with a variable mean $m(x)$ and covariance function $C(h)$. As such, $Y(x)$ is a stochastic process with a null mean. A linear estimator is a linear combination of the measurements $Z(x_1), Z(x_2), \dots, Z(x_n)$ at positions $x_1, x_2, \dots, x_n \in \Omega$. Specifically:

$$\hat{Y}(x) = \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) Y(x_k)$$

or:

$$\hat{Z}(x) = m(x) + \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) (Z(x_k) - m(x_k))$$

If the mean is constant in domain Ω , then the above equation can be eliminated by forcing the sum of the kriging weights λ_k to equal 1. In such a case, the estimator is called ordinary kriging and is expressed as:

$$\hat{Z}_{KO}(x) = \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) Z(x_k)$$

with

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k(x) = 1$$

The optimal weights that minimize the variance of the estimation error are obtained using the Lagrange multiplier method (Goovaerts, 1997, pp. 133), which results in the following system of equations:

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) C(x_j - x_k) + \mu(x) = C(x_j - x), & j=1, \dots, n \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) = 1 \end{cases}$$

where μ denotes the Lagrange multiplier. Alternatively, if the relation between the covariance function and the semivariogram function $\gamma(h)$ is considered that is, $C(h) = C(0) - \gamma(h)$, This system can be written as:

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) \gamma(x_j - x_k) + \mu(x) = \gamma(x_j - x), & j=1, \dots, n \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k(x) = 1 \end{cases}$$

Method

The species richness values of the *Laurencia* genus were obtained at the global level by consulting the primary literature that has reported on the species of this genus (eg. taxonomic monographs, floristics catalogs, species checklist and isolated records) as well as the AlgaeBase online (Guiry & Guiry 2015). The sites registered were georeferenced and the taxonomic

validity of the species was verified. The compilation of these reports resulted in the specific richness value (number of species) for each one of the localities. A total of 130 species were reported in a total of 501 localities worldwide, with values from 1 to 29 per locality.

With respect to the regional scale (GMS), a checklist was made of the large macroalgae species (macroalgae sizes 10 to 100 cm) present in the study area. These sizes were selected based on the Littler & Littler (2000) identification guide. A database was built with these data and the localities where these organisms have been reported, their georeferencing and the specific richness of each one. This process was primarily based on specialized catalogues of the study region produced by Ortega et al. (2002) and Dreckmann (1998) and complemented with information from registries reported in the Algaebase database (Guiry & Guiry, 2015) and various recent publications. A total of 110 species were included in the database, which represented large macroalgae with valid taxonomies pertaining to the classes Rhodophyta, Chlorophyta and Ochrophyta. They were distributed throughout the 118 localities and their values ranged from 1 to 87 species in each one.

A decision tree was used to select the spatial analysis technique (Hengl, 2009). First, a determination was made as to whether the variable of interest had a linear relationship with an environmental variable. The variables tested included surface temperature obtained from a MODIS sensor. When no relationship was found, an interpolation procedure was performed using ordinary kriging, since it was possible to estimate a semivariogram of the empirical data. A mechanical interpolation method was also performed using the inverse distance squared method for comparative purposes. The results were evaluated with a leave-one-out cross validation.

Results and Discussion

Next, the results from the two exercises performed at different scales are presented. As mentioned, the decision tree model by Hengl (2009) was followed. No significant correlation was found between the species richness data corresponding to the *Laurencia* genus and marine surface temperature (annual, January and July). The same findings were obtained with the species richness data for the GMC region. Nevertheless, when fitting the semivariogram to an experimental model (Figures 1a, 1b), a spatial correlation of the data was identified for both cases.

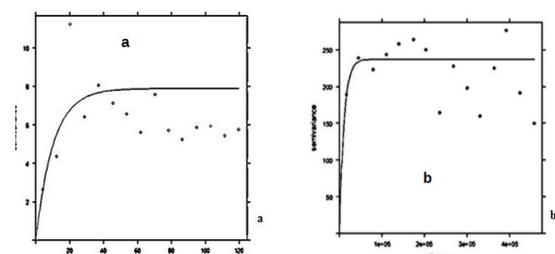


Figure 1. Semivariogram fitted to the total species richness for a) *Laurencia* genus and b) large macroalgae in the Gulf of Mexico and the Caribbean..

The cross validation analysis of the values obtained by the two interpolation methods showed a significant correlation (Table 1) between the known and predicted richness values. Although the

values of R^2 were low for a spatial analysis (Table 1) they were similar for the two interpolators at both scales, having achieved a good capture of the spatial variability of the species richness. This can be seen in the definition of the richness pattern in the maps generated (Fig. 2,3).

	Global scale			Regional Scale		
	Significance	R^2	RMSE	Significance	R^2	RMSE
IDW	$p < 0.05$	0.04	2.65	$p < 0.05$	0.08	14.23
OK	$P < 0.05$	0.04	3.14	$p < 0.05$	0.08	14.12

Table 1. Significance values, R^2 and RMSE for the IDW and OK interpolators at both scales.

With the spatial autocorrelation according to the decision tree by Hengl (2009), it would have been necessary to estimate the species richness using the OK interpolation. Nevertheless, the results were very similar when applying the IDW method. At both the global and regional levels, the two methods also identified the same locations as having the largest number of species (Fig. 2,3).

One difference between the results from the two interpolators is seen in the estimated size of the areas that contain the highest species richness. For example, for the GMC, the area estimated using the IDW interpolator was larger than with the OK (Fig. 3a, 3b), whereas the opposite occurred with the interpolation at the global scale (Fig. 2a,2b). For the GMS, differences in the IDW and the OK estimations of low species richness also exist, in which the former estimated large areas with values near zero (Fig. 3b) and the latter resulted in values near the middle interval (8 – 15 species) for these areas (Fig. 3a). This may indicate a possible underestimation of the diversity on the part of the IDW and an overestimation by the OK.

Did the analyses using OK and IDW function in this study, even though the values were low for a spatial analysis? The answer to this question is “yes” given that the maps obtained adequately represent distribution patterns that can be interpreted by ecological (environmental) and historical (geological) factors. Nonetheless, it is necessary to take into account that a characteristic of the distribution of these organisms is that they inhabit coastal zones, which can influence the analysis and indicates that this distribution is represented more by a coastline than by an area. This disadvantage can be added to the discussion about the geographic unit used in the spatial analysis of diversity. According to Murguía (2005), the scale can create a problem for defining the geographic unit. In light of this study, it can be said that the distribution of the organisms is highly important to the definition of the geographic unit.

Conclusions

The estimators were determined to be significant for both scales and interpolators (IDW and OK). They were similar in terms of capturing the distribution of the species richness. Therefore, in this case, OK was as effective as IDW. Geostatistical methods can continue to be tested by studies similar to the present work through improvements such as generating a more detailed database of algae richness. Other environmental variables can also be tested that may be associated with the variable of interest, such as: phosphate concentrations, turbidity, salinity, pH, nitrates,

oxygen levels and dissolved carbon dioxide levels, type of sediment and calcite concentrations. It is very important to evaluate correlations with these variables based on temporal scales or average levels.

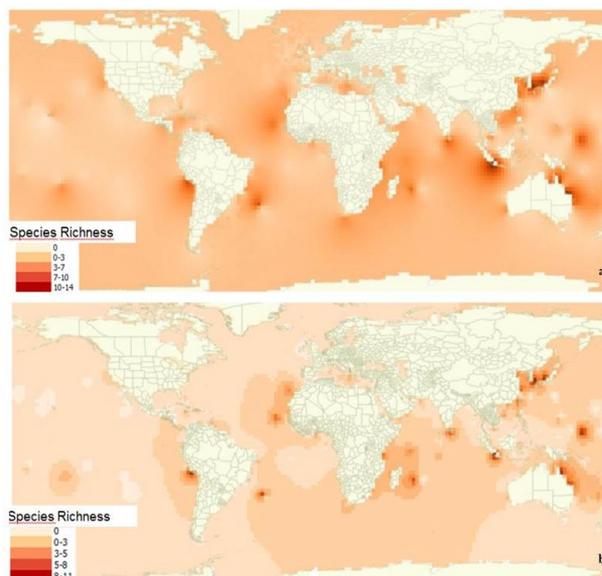


Figure 2. Spatial distribution maps of species richness for the Laurencia genus at the global level. A) Estimation with OK interpolator and B) with IDW.

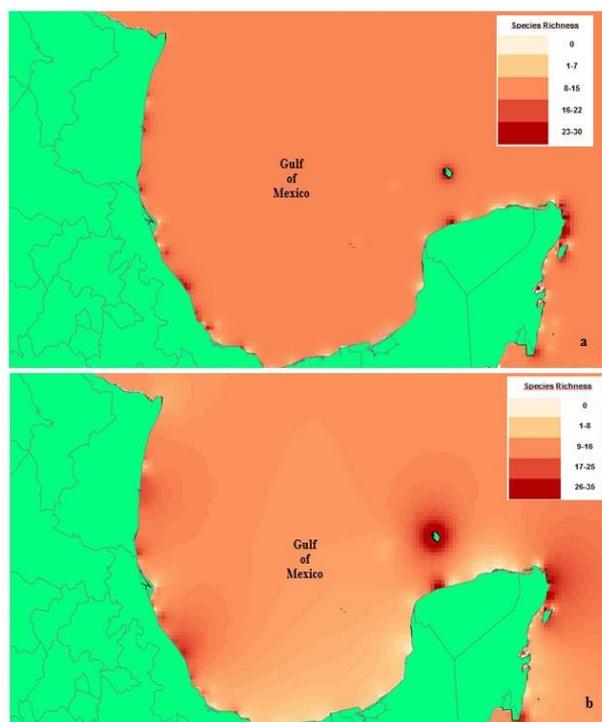


Figure 2. Spatial distribution maps of species richness for large macroalgae in the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean. A) Estimation with OK interpolator and B) with IDW.

It is worth mentioning that the design of the analysis should not only consider the scale of the geographic unit but also the way in which the organisms are distributed in an area. Furthermore, how the biological model in question is distributed must also be considered since they can be spread over areas or along coastlines, as in the case of microalgae. Continuing to perform floristic studies will enable improving estimations of the spatial variability of the species richness of these organisms. In turn, this will contribute to future bio-geographic studies and will serve as a useful tool to make decisions about the conservation of algae diversity.

Bibliography

- Cruz-Cárdenas, G., J.L. Villaseñor, López-Mata L. & E. Ortiz, 2013. Distribución espacial de la riqueza de especies de plantas vasculares en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1189-1199.
- Dreckmann, K.M. 1998. Clasificación y Nomenclatura de las Algas Marinas Bentónicas del Atlántico Mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Dreckmann, K.M. & A. Senties, 2013. Los arribazones de algas marinas en el caribe mexicano: evento biológico natural o basura en las playas. *CONABIO. Biodiversitas* 107: 7-11.
- Escalante, T., 2003. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 74(2): 211-237
- Guiry M.D. & G.M. Guiry, 2015. *Algaebase*. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Goovaerts P. 1997. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press. Pp. 133
- Hengl, T., 2009. *A practical guide to geostatistical mapping*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Keith, S.A., A.P. Karswell & S.R. Connolly, 2014. Global diversity of marine macroalgae: environmental condition explain less variation in the tropics. *Global Ecology and Biogeography* 23: 517-529.
- Kerswell, A.P., 2006. Global biodiversity patterns of benthic marine algae. *Ecology* 87 (10): 2479-2488.
- Krebs, C.J., 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Harper & Row Publisher Inc. New York.
- Littler, D.S. & M.M. Littler. 2000. *Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics. Washington.
- Morrone, J.J., 2009. *Evolutionary Biogeography. An integrative approach with case studies*. Columbia University Press, New York.
- Murguía, M., 2005. La estadística espacial como herramienta de análisis de la biodiversidad. pp. 63-71. In: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds). *Sobre diversidad biológica: significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol.4. SEA, CONABIO, Grupo Diversitas & CONACyT, Zaragoza.
- Ortega, M.M., J.L. Godínez and G. Garduño Solórzano. 2001. Catálogo de algas bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Cuadernos del Instituto de Biología* 34: 1-594.
- Santelices B. & P. Marquet, 1998. Seaweeds, latitudinal diversity, and Rapoport's rule. *Diversity and Distributions* 4: 71-75.
- Senties G., A. & M.T. Fujii. 2002. El complejo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe Mexicano. pp. 119-192. In: Senties G., A. and K.M. Dreckmann (eds). *Monografías Ficológicas 1*. UAM-Iztapalapa and Red Latinoamericana de Botánica, México, D.F.