
EVALUACIÓN Y UTILIZACIÓN POTENCIAL DE LAS MACROALGAS MARINAS DEL CARIBE Y EL PACÍFICO DE COLOMBIA: ESTADO ACTUAL DE SU CONOCIMIENTO

Ricardo Álvarez León¹
Claudia Marcela Pardo Pardo²
Alba Alicia Trespalacios Rangel³

RESUMEN

Con el fin de rescatar y aplicar en un futuro los avances en el conocimiento adquirido sobre las macro-algas marinas del Caribe y el Pacífico de Colombia, se realizó una revisión de las publicaciones y trabajos de grado que se han realizado acerca de la composición química y utilización de las algas marinas colombianas. A partir de dicha revisión se obtuvo una cantidad apreciable de información que se presenta y analiza en el presente artículo. Esta información confirma que las macro-algas marinas poseen todo un potencial que hasta ahora no ha sido aprovechado y que las condiciones ecológicas y bioquímicas de las especies evaluadas permiten tener la certeza de una utilización futura bastante promisoria.

Palabras clave: Caracterización, composición química, macroalgas marinas, Colombia.

EVALUATION AND POTENTIAL USES OF THE MARINE MACROALGAE FROM COLOMBIAN CARIBBEAN AND PACIFIC SEAS: ACTUAL STATE OF KNOWLEDGEMENT

ABSTRACT

With the purpose of rescuing and, in a future, applying the advances in the acquired knowledge on the marine macro-algae of the Colombian Caribbean and Pacific Seas, a revision of the publications and degree works that have been done on the chemical composition and use of the Colombian marine algae was carried out. With basis on this revision an appreciable quantity of information was obtained that is presented and analyzed in this article. This information confirms that the marine macro-algae possess a potential that has not been taken advantage of until now and that the ecological and biochemical conditions of the evaluated species, allow certainty of a quite promissory future use.

Key words: Characterization, chemical composition, marine macro-algae, Colombia.

¹ Fundación Maguaré. Manizales (Caldas), Colombia. E-mail: alvarez_leon@hotmail.com

² Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá D.C., Colombia.

³ Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: alba.trespalacios@javeriana.edu.co

INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de los trabajos que se han realizado en Colombia sobre la biología y composición química de las algas marinas se han efectuado en la Costa Caribe, ya que las condiciones óptimas de muestreo que se dan en ella, así como la presencia de diversos ecosistemas como los arrecifes de coral, las praderas de fanerógamas, los manglares, las costas rocosas, permiten una amplia gama de formas de vida que incluye a las algas. Las corrientes que la bañan con aguas cálidas provenientes de alta mar, la presencia de zonas de surgencia en los departamentos de la Guajira y Magdalena, las aguas más tranquilas y claras al menos en la zona costera, entre otras características, permiten mantener las condiciones favorables para este grupo de plantas acuáticas.

Por lo general, las algas marinas son mucho más ricas en minerales y carbohidratos que en proteínas y grasas, sin embargo, sus polisacáridos usualmente no son digeridos por los humanos. No obstante, las personas que consumen regularmente algas marinas están más capacitadas para digerir tales polisacáridos que los consumidores ocasionales, posiblemente por cambios en la flora intestinal. El alto contenido de celulosa de las algas causa irritación intestinal y náuseas cuando se consume en proporciones de más de 10 g/día. Sin embargo, las algas tienen mayor cantidad de vitaminas que la carne de ganado vacuno, a excepción de la vitamina B12. La concentración de yodo es muy variable en las algas, pero en general es mayor en las pardas, seguidas de las rojas y verdes, respectivamente; también en las pardas el contenido de potasio es mayor. Con frecuencia un alto porcentaje de las proteínas encontradas en las algas es digerible; su proporción varía entre un 4 y un 25% del peso seco; muchas especies contienen una alta cantidad de aminoácidos libres que son responsables del sabor dulce que presentan. Dicho contenido de proteínas y aminoácidos varía según la época del año, el hábitat, la edad,

las condiciones de luz, nutrientes, salinidad y la parte de la planta que se examine; en cuanto a proteínas y carbohidratos, el poder nutricional de las algas se compara con el de la avena (3,4,28,91).

Las vitaminas que se encuentran en un alga pueden ser producidas por bacterias del talo o por la misma planta. Los géneros *Porphyra*, *Ulva* y *Alaria* contienen tanta vitamina C como el limón; en los aceites extraídos de algas, hay altas concentraciones de vitaminas A y D; como alimento las algas presentan llamativos colores, variedad de sabores y texturas y son un excelente recurso de muchos nutrientes. Los principales compuestos de los aceites extraídos de algas son: ácido palmítico, esteárico, mirístico y oleico. Las algas también son utilizadas como fertilizantes, pues son ricas en nitrógeno y potasio, aunque deben ser suplementadas con fósforo; además, pueden eliminar de las cosechas, malezas y esporas de hongos. Regulan también el crecimiento de los cultivos y su maduración debido a las auxinas, citoquininas y giberelinas que poseen, y son una buena fuente de elementos traza (3,4,28,91).

Antiguamente, en Fenicia se usaba *Rytipholaea tinctora* para fabricar púrpura de tiro; en Roma, *Plocamium coccineum*, para cosméticos y aceites que suavizaban la piel; *Laminaria* sp., para los mangos de cuchillos; *Conferva bombycina*, en la fabricación de algodón y papel con aspecto de estopa, todavía en uso. Los géneros *Laurencia*, *Ceramium* y *Gigartina* fueron utilizados como vermífugos y en tratamientos de enfermedades del pecho, y *Halydris silicosa* se usaba carbonizado en tratamientos contra la obesidad (1,91).

Los primeros estudios sobre las algas de Colombia se deben al material recolectado por expediciones extranjeras como la realizada por la Allan Hancock Expedition en 1939 (9). En esta expedición se encontró que para las costas colombianas existían agrupaciones de gran tamaño de *Sargassum filipendula* en

aguas someras en el Cabo de la Vela entre 9 y 24 m de profundidad y que existían incluso especímenes a más de 30 km de la costa; en la misma localidad, el alga verde comestible *Caulerpa prolifera* se halló a unos 24 m de profundidad y a este mismo nivel también se encontró *Codium isthmocladum*; en Bahía Honda (Guajira), fueron características las colchas de *Sargassum* cerca de algas coralináceas y en asociaciones características con *Halymenia*, *Chrysomenia* y otras algas rojas (145).

Después de desarrollarse una amplia y ambiciosa serie de investigaciones taxonómicas y ecológicas, el número de algas conocidas en las costas de Colombia asciende a 605 especies, en el Caribe 472 (120 verdes, 62 pardas y 290 rojas) y en el Pacífico 133 (27 verdes, 22 pardas y 84 rojas (32,33). Recientemente una exhaustiva evaluación de la diversidad disponible en el Caribe colombiano, tanto en las zonas costeras como en las zonas oceánicas, permite confirmar 565 especies (16 verde-azuladas, 165 verdes, 70 pardas y 314 rojas) (58).

RESULTADOS

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Los Departamentos de Química y de Farmacia presentaron un proyecto en el cual se propuso profundizar en el aprovechamiento de las algas marinas del Caribe colombiano. El desarrollo de dicho proyecto se realizó a través de un grupo considerable de trabajos de tesis que se llevaron a cabo en las décadas de los años 70 y 80 en la Sede de Bogotá (14). Posteriormente, dicho proyecto fue complementado con las actualizaciones al proyecto original (15,16,110,113). Las contribuciones incluyen temas variados como:

Bioacumulación. La presencia de contaminantes y la bioacumulación de metales (Cu y Zn) fue evaluada en la Bahía de Cartagena (93,111,112,138).

Composición química. La extracción y caracterización de las algas incluyó compuestos variados como el ácido algínico (20,50), minerales (40,137,153), polisacáridos (13,103), agar, agaroides y mucílagos (95,140), nitrógeno y aminoácidos totales (109,146), alfa y beta carotenos (139), alginatos (65), ácidos algínicos (43,46), aminoácidos y proteínas (35,52,80,107), manitol (79), nutrientes (133), ácido l-ascórbico y ácido l-dehidroascórbico (64), carragenina (47,48), pigmentos carotenoides (50,144), esteroides libres (71) y relaciones C/N (50).

Ecología. Las observaciones ecológicas en algas marinas incluyeron diversas áreas del Caribe colombiano como Punta San José, Golfo de Morrosquillo, Costa Caribe colombiana (94), Parques Nacionales Naturales Tayrona (78,86) y el archipiélago del Rosario (52).

Extracción de agar. La capacidad o actividad antimicrobiana se evaluó a través de diversos estudios utilizando extractos de algunas algas marinas colombianas (16,18,44,67,68,96,131).

Fertilizantes. Se comprobó que la adición de las harinas y los extractos de algas pueden ser usados en distintos tipos de suelo debido a que es diferente la disponibilidad de sustancias activas en cada uno de ellos, especialmente en aquellos pobres en materia orgánica y con alta capacidad de fijación de fósforo (5,6).

Taxonomía. En asocio con la Justus Liebig Universität de Giessen (Alemania) se realizaron los trabajos sobre algas verdes y pardas del Caribe (141,142).

Universidad del Magdalena, Sede Santa Marta

Los proyectos han incluido investigaciones básicas (taxonomía, ecología) y estudios aplicados (cultivo, procesos agrícolas, bioacumulación y descontaminación), teniendo como base la Facultad de Ingeniería Pesquera y la Facultad Agronómica en su sede de Santa Marta (Mag.).

Acuicultura. Se han realizado varios esfuerzos para evaluar la posible utilización industrial de las algas así como de los cultivos que pudieran suplir la cantidad necesaria de materia prima, utilizando la rodófito *Grateloupia filicina* (24,25,26,27,28,34).

Arribazones. Descripción del fenómeno y aprovechamiento de las arribazones estacionales en las playas de las Islas de San Andrés y Providencia (24,33).

Bioacumulación. Se realizó la evaluación de contaminantes y su bioacumulación (Cu, Pb, Zn) en la región de Santa Marta (8).

Ecología. Se han discutido los probables condicionantes de la distribución de las algas en el Caribe colombiano y la influencia de las condiciones físico-químicas en los sustratos que ocupan (26,29,30).

Fertilización de cultivos agrícolas. Se evaluó la utilización de algas marinas como fuente de abono en cultivos de arroz (81,86,89), rábano, pepino cohombro y cebolla de hoja (23), la metodología para la preparación de sus extractos y harinas (90), así como los rendimientos de las adiciones combinadas con urea (97), sulfato de amonio (101) y en suelos afectados por sales (38).

Taxonomía. Evaluaciones del estado actual del conocimiento de las macroalgas marinas de Colombia (31), así como de su taxonomía (33, 56, 57). En asocio con la Justus Liebig Universität de Giessen (Alemania) se hizo el inventario de algas del Pacífico (83).

Universidad de Los Andes, Bogotá

En el proyecto inicial se propuso una investigación sobre algunos géneros de las algas marinas del Caribe, teniendo como base el Centro de Investigaciones Microbiológicas de la Universidad de los Andes, Sede de Bogotá, y el Botanisch Institut de la Justus

Liebig Universität de Giessen (Alemania) (76). El desarrollo de dicho proyecto no pudo concretarse con la amplitud esperada, aunque se han realizado varios informes:

Extracción de agar. Se ha evaluado la capacidad o actividad antifúngica (75).

Composición química. Se ha evaluado la calidad del agar (74,77,151) y junto con pastos marinos se evaluó su utilización como fuente comercial de agar y suplemento alimenticio de animales (152).

Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano", Sede Caribe

Sus proyectos han estado asociados a las actividades académicas de la Facultad de Biología Marina (antes de Ciencias del Mar), en sus sedes de Cartagena (Bol.) 1970-1999 y Santa Marta (Mag.) 1999-2004. El 100% de las investigaciones son tesis de grado profesional.

Acuicultura. Algunas características de los ecosistemas y las especies han sido evaluadas, con el objeto de considerar su cultivo potencial, debido al contenido de sustancias útiles para la industria en la región de Santa Marta (Mag.) (61) y de Cartagena (Bol.) (73).

Aprovechamiento de las arribazones. Se estudió el aprovechamiento integral de las arribazones específicas y asociadas en las playas de Cartagena (Bol.) (18, 104).

Bioacumulación. Asociada especialmente con algas verdes (*Enteromorpha* sp. y *Caulerpa sertularioides*) de la Bahía de Cartagena (130).

Composición química. Se ha evaluado la actividad biológica y la ecología química de extractos orgánicos crudos (58,59), así como el efecto del extracto metanólico en el ciclo celular de la línea HT29 (100).

Taxonomía y ecología. En este aspecto las evaluaciones han incluido inventarios en el

Caribe colombiano (2), Cartagena y alrededores (10,22), el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (41,71), cayos de Albuquerque y Courtown (55). Así como observaciones ecológicas sobre los períodos de reproducción de algunas especies (69), el efecto de exclusión de herbívoros (7), el epifitismo y epizoismo (42) y sobre el género *Sargassum* (37).

Pontificia Universidad Javeriana, Sede Bogotá

El grupo de investigación del Laboratorio de Microbiología Especial (Facultad de Ciencias) ha procesado dos algas rojas (*Gracilaria cylindrica* y *G. mammillaris*), provenientes del área del aeropuerto de Santa Marta (Mag.), y se evaluó su productividad y su acción microbiológica (147,150). Recientemente se ha evaluado una tercera especie (*Gracilaria verrucosa*), proveniente de la Bahía de Fraydomingo (Playa de Punta de Piedra, Atl.).

Extracción de agar. Se ha obtenido un agar que presenta un grado de gelificación muy cercano al industrial utilizado para microbiología y se comprobó su acción microbiológica en el crecimiento de 12 diferentes especies bacterianas (36,149), 30 diferentes especies bacterianas (62, 146) y 28 diferentes especies de bacterias (60). También se ha obtenido un agar que presenta un grado de gelificación muy cercano al industrial utilizado para microbiología y se comprobó la actividad micótica mediante su acción en el crecimiento de 5 diferentes especies de hongos y 1 de bacteria (62).

Universidad de Antioquia, Medellín

El grupo de investigación del Laboratorio de Productos Naturales (Facultad de Ciencias Farmacéuticas) ha trabajado especialmente en algas pardas y rojas, provenientes del Caribe colombiano.

Extracción de agar. Se ha evaluado un agar y la acción antimicótica de los extractos metanólicos

de algunas macroalgas (67). Se ha evaluado la acción antimicrobiana de los extractos alcohólicos de algunas macroalgas (86).

Composición química. Se ha evaluado la composición química general (84), los polisacáridos (13) y los esteroides libres (84) de algunas algas pardas y rojas.

Universidad de América, Bogotá

La Facultad de Ingeniería Química a través de dos tesis profesionales ha apoyado los proyectos desarrollados por la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá en 1973 y por la Pontificia Universidad Javeriana-Sede Bogotá en el 2004.

Extracción de agar. Se evaluaron diferentes métodos de extracción de agar a partir de algas rojas pertenecientes al género *Gracilaria*, y se caracterizaron sus componentes (45).

Ingeniería química. Se realizó un estudio de factibilidad para el montaje de una planta de ácido algínico (19).

Universidad del Valle, Sede Cali

Sus proyectos han estado asociados a las actividades académicas de la Facultad de Ciencias y de su Departamento de Biología en sus sedes de Cali y Buenaventura (Valle). Sus proyectos de tesis profesionales así como los trabajos investigativos de sus profesores le han permitido importantes aportes al conocimiento de las algas del Pacífico colombiano.

Bioacumulación. Se realizó especialmente en la bahía de Buenaventura con el alga roja *Bostrychia calliptera* (54,105,106,134,135) y la verde *Rizoclonium riparium* (98,99), indicadoras de contaminación (82), bioensayos (53, 54, 92), eficiencia de la función filtradora (87).

Biología y taxonomía. Se han realizado inventarios de las algas asociadas al

ecosistema de manglar (47,48,108,121), a los arrecifes coralinos (103) y a los acantilados rocosos (132). También estudios biológicos (11,12,70,114,115,123) y químicos (114) en dichas especies.

Composición química. Se han evaluado las carrageninas en *Catenella impudica* y los polisacáridos en *Catenella caespitosa* (122,116).

Ecología y cultivo. Crecimiento, distribución y repoblamiento (39,125), biomasa y la fotosíntesis (117,118,119,120), fisiología y ecología (126), fotosíntesis comparativa (127), modelos de producción primaria de algas epífitas (128), ecofisiología de algas rojas estuarinas (124), patrones de distribución (103), factores ambientales que influyen la distribución de la biomasa (11,20,129).

CONCLUSIONES

La revisión de toda la información existente sobre las algas marinas de Colombia y su aprovechamiento potencial, permitió evaluar el grado de conocimiento y los avances alcanzados en diferentes especies de algas verdes, pardas y rojas. Los temas analizados en los diferentes trabajos incluyen aspectos básicos para lograr el conocimiento de su biología, taxonomía, ecología y composición química, así como de los aspectos aplicados y orientados a su aprovechamiento sustentable: acuicultura, extracción de compuestos, aprovechamiento de las arribazones, extracción de agar como

gelificante en cultivos microbiológico, bioacumulación, fertilización de cultivos agrícolas e ingeniería química.

Como puede observarse, existe un potencial muy grande en las algas colombianas, tanto en las costas del Mar Caribe como en las del Océano Pacífico, lo cual servirá para la realización de muchos proyectos biotecnológicos tendientes a la utilización y al aprovechamiento sustentable. Estos proyectos bien podrían abrir una nueva línea industrial que beneficie a la población humana y a las actividades agropecuarias, y podrían igualmente sustituir progresivamente las importaciones de los subproductos que de las algas se hacen en Colombia.

AGRADECIMIENTOS

La presente contribución fue especialmente preparada para la iniciación y posterior realización de los proyectos "Potencial de las macroalgas colombianas UNC / ZERI-Colombia" y "Obtención de agar bacteriológico a partir de algas rojas del Caribe colombiano PUJ 1373 / FBDR 1571". Se agradecen todos los comentarios y sugerencias de los colegas y especialistas en ficología que han tenido la oportunidad de sugerir modificaciones en beneficio de la versión final de este aporte, muy especialmente a los doctores Germán Antonio Bula Meyer (q.e.p.d.) de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia) y César Acleto Osorio del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Marcos (Lima, Perú).

REFERENCIAS

1. Acevedo G de J. Usos e industrialización de las algas y su composición química [Tesis Profesional]. Fac. de Biología Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1967a.
2. Acevedo G de J. Las algas marinas colombianas y su distribución geográfica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 1967b; 13:337-57.
3. Acleto C. Algas marinas del Perú de importancia económica. Publ. Museo de Historia Nat. Serie Divulgación 1971; 5:23.
4. Acleto C, Zúñiga R. Introducción a las algas. Univ. Nal. Mayor de San Marcos - Museo de Historia Natural / Univ. Ricardo Palma - Fac. de Ciencias Biológicas. Editorial Escuela Nueva S. A. Lima (Perú), 1998; 383.
5. Alfonso AE, Torrado A. Efecto de la adición de una especie de alga, *Sargassum cymosum*, sobre un suelo pobre en materia orgánica y con alta capacidad de fijación de fósforo [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1977.
6. Alfonso AE, Torrado A. Efecto de la adición de una especie de alga parda (*Sargassum cymosum*), sobre un suelo pobre en materia orgánica y con alta capacidad de fijación de fósforo. Rev. Colomb. de Química 1979; 7:111-12.
7. Almanza V, Villamil LM. Efecto de la exclusión de herbívoros sobre el alga parda *Padina boergesenii* (Allender y Kraft), Morro de Gaira, Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1998.
8. Altamar JE, Gaitán SI. Determinación de la bioacumulación del plomo, cobre y zinc en dos macroalgas y un pasto marino, en la región de Santa Marta (Colombia) [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Pesquera: Univ. del Magdalena; 1996.
9. Álvarez R. Anotaciones sobre la investigación científica del mar en Latinoamérica. UBJTL-Inf. Museo del Mar 1979; 23:1-46.
10. Ángel E, Quiroz H. Ecología y sistemática de las algas marinas de Cartagena y sus alrededores [Tesis Profesional]. Fac. de Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1971.
11. Arango G, Leudo E. Patrones de distribución de algas intermareales en la costa Pacífica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 1994.
12. Arango G. Observaciones fenológicas preliminares de las algas rojas *Catenella impudica* y *Bostrichia caliptera* en Punta Soldado (Bahía de Buenaventura), Costa Pacífica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2001.
13. Arango E, Mora J, Quijano J. Aislamiento y caracterización del polisacárido soluble en dos especies de algas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. de Antioquia; 1987.
14. Arteaga M, De Silvestri J. Evaluación de la actividad antimicrobiana de las sustancias extraíbles de *Hypnea musciformis*, *Enteromorpha* sp. y *Caulerpa mexicana*, y estudios preliminares de los ciclos estacionales de productos de los espectros de actividad antimicrobiana y de la estabilidad por liofilización. Fac. de Ciencias, Dpto. de Farmacia: Univ. Nal. de Colombia; 1971.
15. Arteaga M, de Silvestri J. Estudio de las sustancias con propiedades antimicrobianas extraídas de algas marinas pertenecientes al litoral atlántico colombiano. Rev. Colomb. de Cienc. Químicas-Farmacéuticas 1985; 4(2):47-52.

16. Arteaga M, Panizzo L, Schnetter R. Proyecto de investigación biológica, química y farmacológica de algas colombianas. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química y Farmacia: Univ. Nal. de Colombia, Sede Bogotá; 1971.
17. Ayala JE. 1982. Evaluación de fenoles en *Sargassum* sp. [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1982.
18. Ávila LE, Ortiz V. Arribazones de *Sargassum fluitans* en las playas de Cartagena. In: Steer R. (ed.). Mem. Sem. Nal. Cienc. y Tecnol. del Mar CCO / UNIVALLE. Cali (Colombia), oct. 30 - nov. 2; 1990. p. 236-243.
19. Becerra RA, Giraldo M, Hadra A. Estudio de factibilidad del montaje de una planta de ácido algínico en Colombia [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Química: Fundación Univ. de América; 1973.
20. Bejarano AC. Aporte de biomasa y detritus de las macroalgas bentónicas al ecosistema manglar-estuario [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 1977.
21. Bonilla H, Roldán JE. Estudio del contenido de ácido algínico en tres especies de algas pardas pertenecientes a la costa atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1970.
22. Bravo N, Prieto G. Sistemática de las macroalgas en la bahía de Cartagena [Tesis Profesional]. Fac. de Biología Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1983.
23. Bray GR, Cohen FJ. Influencia de la aplicación del producto natural alga marina en cultivos hortícolas (rábano, pepino cohombro y cebolla de hoja) [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Agronómica: Univ. Tecnol. del Magdalena; 1986.
24. Bula GA. Aprovechamiento de las macroalgas de San Andrés y Providencia. In: Borrero JM, Sadecha ME (eds.). Mem. Sem. Desarrollo y Planificación Ambiental de las Islas de San Andrés y Providencia. San Andrés Islas (Colombia): FIPMA/MinAgricultura; 1985.
25. Bula GA. Cultivos y utilización comercial de las macroalgas marinas. UTM-Rev. Ing. Pesquera 1986; 6(1-2):1-57.
26. Bula GA. Taxonomic and ecologic studies of a subtidal sand plain macroalgal community in the Colombian Caribbean [Thesis Ph. D.]. Coll. Mar. Sci: Univ. Delaware; 1987.
27. Bula GA. Las macroalgas bénticas marinas como recurso potencial económico en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 1989a; 17(65): 383-87.
28. Bula GA. Cultivo experimental en el mar del alga béntica *Grateloupia filicina*. In: de Oliveira EC, Kautsky N (eds.). Workshop Cultivation of Seaweeds in Latin America. Sao Sebastiao (S.P.) Brazil, April 2-8; 1989b. p. 101-104
29. Bula GA. Altas temperaturas estacionales del agua como condición disturbadora de las macroalgas del Parque Nacional Tayrona, Caribe colombiano. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín 1989c; 19:209-221.
30. Bula GA. 1992. ¿Están las algas marinas tropicales de los planos arenosos profundos fisiológicamente restringidas a éstos hábitat continuos al talud arrecifal? In: Velandia S. (ed.). Mem. VIII Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar y Congr. Centr.-Amer: y del Caribe de Ciencias del Mar, CCO. Santa Marta (Mag.) Colombia, oct. 30 - nov. 2; 1992. p. 196-204. Tomo I.
31. Bula GA. Estado actual del conocimiento de las macroalgas marinas de Colombia. In: Escobar JJ, Cantera JR (eds.) Mem. Taller de Expertos sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Ecosistemas Marinos y Costeros, CCO /

- ENB / COLCIENCIAS. Minca (Mag.) Colombia, agosto 3-5; 1994. p. 286-311.
32. Bula GA. Estado actual de la taxonomía de las macroalgas marinas de Colombia. UBJTL-Bol. Ecotrópica 1998; 33:1-14.
 33. Bula GA. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el Archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. INTROPICA 2004; 1:91-103.
 34. Bula GA, De Newball, S. Cultivo experimental en el mar del alga béntica *Grateloupia filicina* (Cryptonemiales, Rhodophyta). Inf. Final. Santa Marta (Mag.): Proy. UTM / COLCIENCIAS; 1973.
 35. Cabezas H. Determinación de aminoácidos y evaluación *in vitro* de la calidad de proteína de algunas especies de la costa Guajira colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1975.
 36. Calderón DL; Villalobos AP. Determinación de la productividad del agar bacteriológico obtenido a partir de algas (*Gracilaria mammillaris*) con diferentes especies bacterianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Microbiol. Especial: Pontificia Univ. Javeriana; 2003.
 37. Camacho OM. El género *Sargassum* Agardh 1820 (Phaeophyta - Fucales) del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 2003.
 38. Canchano E. Efectos de la aplicación de harina de algas marinas (*Grateloupia filicina*) en suelos afectados por sales. Inf. Técnico. Santa Marta (Mag.): Univ. Tecnol. del Magdalena, INCUM; 1984.
 39. Cárdenas LS. Estudio preliminar sobre el crecimiento y repoblamiento de dos especies de macroalgas rojas *Catenella impudica* y *Bostrichia caliptera* en condiciones naturales en Punta Soldado (Bahía de Buenaventura) costa pacífica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 1992.
 40. Cedeño C. Contribución al estudio de minerales en algunas especies de algas colombianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1973.
 41. Celis A. Las algas coralináceas del Parque Nacional Natural Corales del Rosario [Tesis Profesional]. Fac. Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1990.
 42. Celis A, Álvarez R, Bula GA. Epifitismo y epizoismo de algas coralináceas en el Archipiélago del Rosario, Caribe colombiano. Carib. J. Sci. 1999; 35(3-4):296-303.
 43. Chávez SN. Extracción y purificación de ácidos algínicos en cuatro especies de algas colombianas y factibilidad de aprovechamiento de los residuos en el campo agropecuario [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1974.
 44. Chávez MC. Estudio preliminar de separación de las sustancias con actividad antimicrobiana presentes en extractos liofilizados de *Caulerpa mexicana* [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Farmacia: Univ. Nal. de Colombia; 1983.
 45. Coello SF. Extracción de agar a partir de algas rojas pertenecientes al género *Gracilaria* a nivel de laboratorio [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Química: Fundación Univ. de América; 2004.
 46. Colmenares AJ, Peña EJ. Flora algológica en la Bahía de Buenaventura, costa Pacífica colombiana: Un recurso potencial aprovechable. Mem. I Congr. Nal. sobre la Biodiversidad UNIVALLE - IEP / MMA / BIOPACÍFICO / IPGR; 1994 Dic. 4 - 7; Santiago de Cali (Valle); 1997. p. 339-46.

47. Correa MA. Distribución y composición de la flora algal asociada al ecosistema de manglar de la costa Pacífica colombiana. Facultad de Ciencias: Universidad del Valle; 1997a.
48. Correa MA. Distribución y composición de la flora algal asociada al ecosistema de manglar de la costa Pacífica colombiana. Inf. Técnico 17. Santafé de Bogotá D. C.: Proy. PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase I. Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia, MINAMBIENTE / OIMT; 1997b.
49. Correa D. Extracción y caracterización de carragenina en la *Hypnea muciformes*. [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1977.
50. Cruz OR, Ramírez GH. Distribución de pigmentos carotenoides en algunas algas marinas del litoral atlántico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1978.
51. Cuervo A. Contribución al estudio autoecológico del género *Sargassum* en la región de Santa Marta, Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Biología: Univ. Nal. de Colombia; 1979a.
52. Cuervo A. 2. Lista preliminar de las algas de las islas del Rosario (Informe Faunístico y Florístico de las Islas del Rosario en la costa norte de Colombia). An. Inst. Inv. Mar Punta de Betín 1979b; 11:21-22.
53. Díaz JC. Efecto de la radiación ultravioleta en la tasa de bioacumulación de cobre, mercurio y plomo por *Bostrychia calliptera* [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2004.
54. Díaz JC, Peña EJ, Benítez R. Efecto de la radiación ultravioleta en el proceso de remoción de metales pesados por parte de *Bostrychia calliptera*. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia) Colombia, nov. 7 - 12; 2004. p. 53.
55. Díaz G. Comunidades macroalgales de los atolones Albuquerque y Courtown y relación con el arrecife [Tesis Profesional]. Fac. Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1995.
56. Díaz G, Díaz MC. Biodiversidad de la flora macroalgal del Caribe colombiano: Un enfoque regional. In: Resúmenes de Ponencias XII Sem. Nal. del Mar CCO / UNC / INVEMAR. Santa Marta (Mag.) Colombia, abril 7 - 10; 2003a. p. 141.
57. Díaz G, Díaz MC. Diversity of benthic marine algae of the Colombia Atlantic. Biota Colombiana 2003b; 4(2):203-246.
58. Díaz MC. Ensayos de actividad biológica y ecología química de extractos orgánicos crudos de algunas macroalgas del Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 2002.
59. Díaz MC, Bula GA, Zea SE, Martínez A, Rueda J, Hurtado A. Ensayos de actividad biológica y ecología química de extractos orgánicos crudos de algunas macroalgas del Caribe colombiano. In: Resúmenes de Ponencias XII Sem. Nal. del Mar CCO / UNC / INVEMAR. Santa Marta (Mag.) Colombia, abril 7-10; 2003. p. 59.
60. Dulce MF, Montilla EA. Evaluación de la productividad de agar nutritivo preparado con agar, obtenido de *Gracilaria verrucosa*, con diferentes especies bacterianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Microbiol. Especial: Pontificia Univ. Javeriana; 2005.
61. Durán A. Algunos aspectos ecológicos de *Gracilaria cornea* J. Agardh (Gracilariaceae: Gigartinales: Rhodophyta) [Tesis Profesional]. Fac. de Biología Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1979.
62. Estupiñán Z, López MP. Obtención de agar microbiológico a partir de *Gracilaria verrucosa*:

- Ensayos de productividad en con diferentes especies de cándidas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Microbiol. Especial: Pontificia Univ. Javeriana; 2005.
63. Fierro J, Otálora MG. Determinación de la productividad del agar bacteriológico obtenido a partir de algas rojas (*Gracilaria cylindrica*) con diferentes especies bacterianas. En: Mem. Resúmenes VII Congr. Nal. de ACEBAC. Valledupar (Cesar), abril 23-27; 2004.
 64. Fonseca AA. Estudio del contenido de ácido l-ascórbico y ácido l-dehidroascórbico en algunas especies de algas marinas de la costa atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1976.
 65. Forero I, Vargas DA. Evaluación de alginatos, propiedades y rendimiento en cuatro especies de algas marinas del Atlántico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1973.
 66. Galeano E. Aislamiento, purificación y caracterización química de las sustancias responsables de la actividad antimitótica de los extractos metanólicos de las macroalgas marinas *Digenia simplex* y *Galaxaura obtusa* [Tesis M. Sc]. Fac. de Ciencias Farmacéuticas: Univ. de Antioquia; 2003.
 67. García G, Fonseca G. Estudios de la actividad antimicrobiana y de la estabilidad de extractos obtenidos de algunas algas marinas colombianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Farmacia: Univ. Nal. de Colombia; 1997a.
 68. García G, Fonseca G. Estudios de la actividad antimicrobiana y de la estabilidad de extractos obtenidos de algunas algas marinas colombianas. Rev. Colomb. de Cienc. Químicas-Farmacéuticas 1977b: 48-51.
 69. Gaviria S. Observación de los períodos de reproducción de algunas especies de algas colombianas [Tesis Profesional]. Fac. de Biología Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1978.
 70. Gómez S, Blanco MC. Tasas de crecimiento en dos especies de algas rojas de importancia comercial en la bahía de Buenaventura [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 1993.
 71. Gómez Y, Quiñónez ME. Identificación de algunos esteroides libres en cinco especies de algas marinas pertenecientes al litoral atlántico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1979.
 72. González AM, Rojas J. Estructura y composición de la comunidad macroalgal en el sistema arrecifal coralino del Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Biol. Mar: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1995.
 73. Grajales A, Poveda LE. Abundancia, estados reproductivos y algunos parámetros químicos de las macroalgas *Gracilaria mammillaris* y *Solieria filiformis* en Cartagena de Indias, Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Biología Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1997.
 74. Grose E. Determinación de la calidad del agar obtenido de algas rodofíceas en la región noroeste de Colombia. Bogotá (Colombia): Proy. UDLA-CIM; 1988.
 75. Grose, E. Actividad antifúngica de extractos crudos de algas rojas marinas. Bogotá (Colombia): Proy. UDLA-CIM; 1994.
 76. Grose E, Schnetter R. Possible industrial use of Colombian marine algae. Bogotá (Colombia): Proy. UDLA-CIM / BI-JLU; 1986.

77. Grose E, Vives M. Determinación de la calidad del agar obtenido de algas rodofíceas en la región noroeste de Colombia. Bogotá (Colombia): Proy. UDLA-CIM; 1994.
78. Guillot G, Márquez G. Estudios en la vegetación béntica marina del Parque Nacional Tayrona, costa Caribe colombiana, I: Relaciones vegetación-zonación-sustrato. An. Inst. Inv. Mar Punta de Betín 1978; 10:133-148.
79. Laverde C, Ávila E. Contenido de manitol de algunas especies de algas de la costa atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1975.
80. Loboguerrero O, Jiménez J. Contribución al estudio bromatológico y análisis *in vitro* de la calidad de la proteína de diez (10) especies de algas del litoral Atlántico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1976.
81. López D, Medina EN. Evaluación económica de la aplicación del alga marina y respuesta sobre la calidad molinera del arroz (*Oryza sativa*) Orysica-1, IR-22, CICA-8 [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Agronómica: Univ. Tecnol. del Magdalena; 1987.
82. Lozano Y, Peña EJ, Benítez R. Algas indicadoras de contaminación de metales pesados en la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia) Colombia, nov. 7-12; 2004. p. 112.
83. Martínez A. Contribución al estudio químico de las algas colombianas *Grateloupia doryophora* (Rhodophyta) y *Sargassum cymosum* (Phaeophyta). Inf. Final: Proy. UDA / COLCIENCIAS 1115-05-062-85; 1990.
84. Martínez A. Esteroles libres del alga parda marina *Sargassum cymosum*, Sargassaceae. Vital 1992; 1:8-10.
85. Martínez A, Arias LA, Rueda JL, Díaz MC, Bula GA. Estudio de la actividad antimicrobiana de los extractos alcohólicos de algunas macroalgas del Caribe colombiano. Vitae 2002; 9(2):49-55.
86. Márquez G. Estudios ecológicos en la producción marina de algas y comunidades bénticas vegetales de la región de Santa Marta, Colombia [Tesis M.Sc]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Biología: Univ. Nal. de Colombia; 1982.
87. Marquinez HI. Comportamiento e interacción de los parámetros fisicoquímicos y las poblaciones algológicas en los filtros lentos en arena [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2000.
88. Mendoza A. El alga marina *Gratelopia filicina* (Cryptonemiales: Rodophyta) como fuente de abono en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). UTM-Rev. Ingeniería Pesquera 1980; 1(1):51-53.
89. Mendoza A. Estudio comparativo de tres sistemas de aplicación del alga marina (*Gratelopia filicina*) con un fertilizante nitrogenado durante el cultivo de arroz *Oryza sativa*. UTM-Rev. Ingeniería Pesquera 1984; 4(1-2):26-44.
90. Mendoza A. Procesamiento y elaboración del alga marina para su utilización en la agricultura. In: Steer R. (ed.). Mem. VI Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO / UBJTL. Bogotá D. E. (Colombia), dic. 5 - 7; 1988. p. 373-83.
91. Michanek G. Seaweed resources of the ocean. FAO Fisheries Technical Papers 1975; 138.
92. Montoya W. Determinación de la concentración letal media para *Rhizoclonium riparium* (Both) Harvey sometida a concentraciones letales de plomo, mercurio y cobre [Tesis Profesional]. Fac.

- de Ciencias: Univ. del Valle; 2003.
93. Mora M, Sosa M. Estudio de la bioacumulación de los metales traza, cobre y zinc en las algas del género *Caulerpa* de la Bahía de Cartagena [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto Química: Univ. Nacional de Colombia; 1991.
 94. Morales JE, Ángel L. Observaciones ecológicas en algas marinas de Punta San José, Golfo de Morrosquillo, costa Caribe colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Biología: Univ. Nal. de Colombia; 1974.
 95. Mosquera R, Trujillo F, Zambrano de Cajiao F. Estudio de agarófitas del litoral Atlántico y análisis de los extractos [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1973.
 96. Núñez E, Arteaga M, Castro M. Investigación de la actividad antimicrobiana de extractos de algunas algas marinas colombianas. Rev. Colomb. de Cienc. Químicas-Farmacéuticas 1972; 2(1):125-130.
 97. Noriega L, David J. Respuestas del arroz (*Oryza sativa* L.) a aplicaciones en macetas del alga (*Gratelopia filicina* W.) y úrea [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Agronómica: Univ. Tecnol. del Magdalena; 1982.
 98. Ospina N. Evaluación de la contaminación por metales pesados (mercurio, plomo y cobre) en aguas de la bahía de Buenaventura, para la identificación de macroalgas bénticas como organismos bioindicadores [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2002.
 99. Ospina N, Peña EJ, Benítez R. Efecto de la salinidad en la capacidad de bioacumulación de plomo en el alga verde *Rizoclonium riparium* (Clorophyceae, Cadophorales). In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia) Colombia, nov. 7 – 12; 2004. p. 54.
 100. Ospina SP. Evaluación del efecto del extracto metanólico de tres macroalgas marinas en el ciclo celular de la línea HT29 [Tesis Profesional]. Fac. Biol. Marina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 2002.
 101. Orta O, Gutiérrez de Piñeres I, Gutiérrez C. Efectos comparativos de alga marina (*Grateloupia filicina* W.) vs. sulfato de amonio en suelos de la granja experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Agronómica: Univ. Tecnol. del Magdalena; 1983.
 102. Orozco CA. Patrones de distribución de las principales especies de macroalgas asociadas a *Pocillopora* sp. en el arrecife de Playa Blanca, arrecifales de Gorgonilla, Isla Gorgona, Pacífico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2001.
 103. Ortíz JO, García VJ. Contribución al estudio de los polisacáridos de algunas especies de algas marinas pertenecientes al litoral Atlántico colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1971.
 104. Ortíz V, Álvarez R. Observaciones sobre arribazones de macroalgas en la Playa de Marbella, Cartagena, Colombia. Carib. J. Sci. 1988; 34(3-4):333-336.
 105. Oviedo AM. Acumulación de mercurio, cobre y plomo por el alga roja *Bostrychia calliptera* (Rhodomelaceae) y su efecto sobre la eficiencia fotosintética de la especie [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2003.
 106. Oviedo AM, Peña EJ, Benítez R. Patrones de bioacumulación de metales pesados por el

- alga roja *Bostrychia callyptera* (Rhodomelaceae, Ceramiales) y su uso potencial para la bioremediación de ecosistemas costeros. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia), nov. 7 - 12; 2004. p. 50-51.
107. Páez BN. Evaluación biológica de la calidad protéica de cuatro especies de algas marinas de la costa Atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Biología: Univ. Nal. de Colombia; 1986.
 108. Palacios ML, Peña EJ. Macroalgas marinas bénticas asociadas al manglar de la costa Pacífica colombiana. In: Steer R. (ed.). Mem. VI Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO / UBJTL. Bogotá (Colombia), dic. 5-7; 1988. p. 500-05.
 109. Panizzo L. Programa de investigación biológica, química y farmacológica de algas marinas colombianas. In: Mem. Sem. Lat.-Amer. de la Química de los Productos Naturales, UNC / OEA. Bogotá (Colombia), junio 30 - Julio 9; 1976a. p. 146-53.
 110. Panizzo L. Evaluación del contenido de nitrógeno y de aminoácidos totales en algas de especies pertenecientes a la región del Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 1976b; 14(55):31-36.
 111. Panizzo L. Estudio preliminar de la acumulación de cobre y zinc en algas bénticas de la Bahía de Cartagena [Tesis MSc]. Ing. Ambiental]. Univ. Nacional de Colombia; 1989.
 112. Panizzo L, Mora C, Sossa M. Bioacumulación de metales (Cu y Zn) en *Caulerpa sertularioides* de la Bahía de Cartagena. In: Velandia S. (ed.). Mem. VIII Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO / UBJTL. Bogotá (Colombia), oct. 30 - nov. 2; 1992. p. 205. Tomo I.
 113. Panizzo L, Schnetter R, Cabezas H, Vargas C, Morales J. Investigación biológica, química y farmacológica de algas marinas colombianas. Bogotá: Proy. UNC / COLCIENCIAS 10000-1-35-73; 1973.
 114. Peña EJ. Algunos aspectos biológicos y químicos del alga *Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh (Rhodophyceae), en la bahía de Buenaventura, costa Pacífica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 1990.
 115. Peña EJ. Physiological ecology of epiphytic macroalgae associated with mangrove prop roots. [Thesis Ph. D]. Univ. of South Carolina; 1998.
 116. Peña EJ, Benítez R. Carrageenean patterns in *Catenella impudica* (Montagne) J. Agardh (Rhodophyceae) from the Pacific coast of Colombia. In: Steer R. (ed.). Proc. II LatinoAmerican Phycological Congress. Lima (Perú); 1990. p. 78-83.
 117. Peña EJ, Zingmark R. Spatial and temporal variability in biomass and photosynthesis of tree dominant red algae in a mangrove community in the south Pacific coast Colombia. S. A. J. of Phycology 1996; 32:770-779.
 118. Peña EJ, Zingmark R. Modeling the daily and annual production of epiphytic macroalgae growing on mangroves roots. Phycologia 1998a; 34(2):50.
 119. Peña EJ, Zingmark R. Comparison of rates of photosynthesis of epiphytic macroalgae on mangroves under emergent and submerging conditions. (Abstracts at the Sixth Internal. Phycological Congr. Leiden, The Netherlands, 9-16 August, 1997). Phycologia 1998b; 36(4)Supl:85-6.
 120. Peña EJ, Zingmark R. Spatial and temporal dynamics of pigments and biomass of algal flora associated with mangrove habitats. Phycologia 2001; 40(4):63-74.
 121. Peña EJ, Palacios ML, Mejía A. Estudio fitosociológico de una zona intermareal en la bahía de

- Málaga, costa Pacífica colombiana. Rev. Asoc. Colomb. de Cienc. Biol. 1987; 4(1):12-21.
122. Peña EJ, Benítez R, Colmenares AJ. Evaluación preliminar de polisacáridos en el alga roja *Catenella caespitosa* (Gigartinales) en el Pacífico colombiano. In: Steer R. (ed.). Mem. VII Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO / CVC. Cali (Colombia), oct. 30 - nov. 2; 1990. p. 612-619.
 123. Peña EJ, Colmenares de Vélez AJ, Cantera JR. Biología poblacional del alga roja *Catenella impudica* (Gigartinales) en la Bahía de Buenaventura, costa Pacífica colombiana. In: Velandia S. (ed.). Mem. VIII Sem. Nal. de Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO. Santa Marta (Mag.) Colombia, oct. 26 - 30; 1992. p. 557-63. Tomo II.
 124. Peña EJ, Ramos G, Bolívar G. Ecophysiology of some red estuarine algae in the Pacific coast of Colombia, S. A. Botánica Marina 1996a; 39:177-88.
 125. Peña EJ, Cárdenas E, Bolívar G. Growth and distribution of two algae in a tropical estuary in the Pacific coast of Colombia, S. A. UBJTL-Bol. Ecotrópica 1996b; 39:177-88.
 126. Peña EJ, Rodríguez F, Bejarano A. Physiological ecology of aquatic plants. A potential marine resource in the southwestern region of Colombia, S. A. UNESCO Marine Reports 1997; 30:14-21.
 127. Peña EJ, Zingmark R, Nietch C. Comparative photosynthesis of two species of intertidal epiphytic macroalgae on marine roots during submersion and emersion. J. of Phycology 1999; 35:1206-14.
 128. Peña EJ, Zingmark R, Wetthey D. Modeling primary productivity of epiphytic. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2000; 228:23-31.
 129. Portilla J. Factores ambientales que influyen la distribución de la biomasa algal asociada al manglar de la bahía de Buenaventura (Pacífico colombiano). [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2003.
 130. Prieto A. Estudio de la calidad de las aguas de la Bahía de Cartagena y su relación con la variación estacional de nutrientes en *Enteromorpha* sp. (Gmelin) y *Caulerpa sertularioides* (Home). [Tesis Profesional]. Fac. de Biol.. Maina: Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; 1976.
 131. Prieto NA, Vásquez ME. Estudio preliminar de separación de sustancias con propiedades antimicrobianas presentes en los extractos liofilizados de *Enteromorpha* sp. [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Farmacia: Univ. Nal. de Colombia; 1983.
 132. Puglisi G. Algas y lapas: Estudio de la estructura de la comunidad de la zona interna de un acantilado rocoso, Isla Palma, costa Pacífica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2003.
 133. Riaño NO, Sarmiento LG. Evaluación de algunos nutrientes en varias especies de algas marinas pertenecientes a la Guajira colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1975.
 134. Ríos JF. Efecto del pH en la bioacumulación de metales pesados para *Bostrychia calliptera* (Rhodomelaceae, Ceramiales) [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias: Univ. del Valle; 2004.
 135. Ríos JF, Peña EJ, Benítez R. Efecto del pH en las tasas de bioacumulación de metales pesados en la macroalga *Bostrychia calliptera* (Rhodomelaceae, Ceramiales). In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia), nov. 7 - 12; 2004. p. 55-56.
 136. Ríos VG, Mendoza A. Estudio preliminar de la fertilización con algas marinas (*Grateloupia filicina* W.) en el cultivo de arroz-riego [Tesis Profesional]. Fac. de Ing. Agronómica: Univ. Tecnol. del Magdalena; 1980.

137. Rodríguez P. Estudios del contenido de elementos minerales en algunas algas marinas colombianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1970.
138. Ruales M. Evaluaciones de los niveles de concentración de los metales pesados cadmio, cobre, hierro y zinc en algunas especies algas bénticas del Caribe colombiano [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1986.
139. Sanabria A, Silva MI. Estudio del contenido de alfa y beta carotenos en seis especies de algas marinas de la costa atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Farmacia: Univ. Nal. de Colombia; 1972.
140. Schlenker C, Trujillo E. Contribución al estudio del contenido de agar, agaroides y mucílagos de algunas especies de algas rojas de la costa atlántica colombiana [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1971.
141. Schnetter, R. Marine algaen der Karibichen Kusten von Kolumbien I. Phaeophyceae. Bibliotheca Phylologica 1976; 24:1-125.
142. Schnetter R. Marine algaen der Karibichen Kusten von Kolumbien II. Chlorophyceae. Bibliotheca Phylologica 1978; 42:1-199.
143. Schnetter R, Bula GA. Marine algaen der Pazifikkusten von Kolumbien II. Chlorophyceae, Pheophyceae, Rhodophyceae. Bibliotheca Phylologica 1982; 60:1-287.
144. Silva MI, Sanabria A. Estudio del contenido de alfa y beta carotenos en seis especies de algas marinas de la costa atlántica colombiana. Rev. Colomb. de Química y Farmacia 1972; 2:5-40.
145. Taylor WMR. The marine algae of Florida with special reference to Dry Tortugas. New York (USA): Bibliotheca Phycologica. J. Cramer; 1967. p. 219.
146. Torrenegra RD, Iriarte T. Contribución al estudio de la determinación de nitrógeno y de los aminoácidos totales en 15 especies de algas marinas colombianas [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1971.
147. Trespalacios AA, Mercado MM, Álvarez R. Estudio preliminar para la obtención del agar bacteriológico a partir de algas rojas del Caribe colombiano. Bogotá: Proy. PUJ 1373 / FBDR 1571; 2002.
148. Trespalacios AA, Álvarez R, Mercado MM, Quevedo BE, Huertas MG, Fierro J, Otálora G. Determinación de la productividad de agar bacteriológico obtenido de *Gracilaria cylindrica* con diferentes especies bacterianas. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia), nov. 7 - 12; 2004a. p. 27-28.
149. Trespalacios AA, Álvarez R, Mercado MM, Quevedo BE, Huertas MG, Villalobos AP, Calderón DL. Productividad de agar bacteriológico obtenido de *Gracilaria mammilaris* con diferentes especies bacterianas. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia), nov. 7 - 12; 2004b. p. 30-31.
150. Trespalacios AA, Álvarez R, Mercado MM, Quevedo BE, Huertas MG, Coello SF. Extracción de agar-agar a partir de algas rojas del Caribe colombiano. In: Mem. Resúmenes III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán (Colombia), nov. 7 - 12; 2004c. p. 31-32.
151. Udla. Algas rodofíceas y pasto marino de la costa Caribe de Colombia como posible fuente comercial de agar y suplemento alimenticio de animales. Inf. Final. Santafé de Bogotá: Proy. Universidad de Los Andes / COLCIENCIAS 1204-09-024-88; 1992.

152. Uda. Determinación de la calidad del agar obtenido de algas rodofíceas recolectadas en la región noreste de la costa Caribe colombiana. Inf. Final. Santafé de Bogotá: Proy. Universidad de Los Andes / COLCIENCIAS 1204-09-023-88; 1995.
153. Valois L. Evaluación de la retención de algunos elementos minerales existentes en una especie de alga Chlorophyceae del litoral Atlántico, cuando es suministrada en dietas para animales de experimentación [Tesis Profesional]. Fac. de Ciencias, Dpto. de Química: Univ. Nal. de Colombia; 1983.