

EXPERIENCIAS EN EL CULTIVO EXPERIMENTAL DE ALGAS ROJAS EN EL CARIBE Y PACÍFICO DE COLOMBIA

Enrique Javier Peña Salamanca
 Universidad del Valle.
 Apdo. Aéreo 25360.
 Cali (Valle).
enripena@univalle.edu.co

Ricardo Álvarez León
 Fundación Maguaré.
 Manizales (Caldas)
alvarez_leon@hotmail.com

Manizales, 2006-08-07 (Rev. 2006-12-15)

RESUMEN

Las investigaciones realizadas hasta la fecha sobre las marinas de Colombia, permiten contar actualmente con 374 especies: 290 en el Caribe y 84 en el Pacífico. Ello ha permitido que después de desarrollarse una amplia y ambiciosa serie de investigaciones, se haya avanzado en el conocimiento taxonómico, bio-ecológico, físico-químico, bio-médico y en su utilidad industrial. Cuatro instituciones han liderado estos esfuerzos nacionales a favor de tener suficientes argumentos para la producción suficiente y controlada: 1. La Universidad del Magdalena, que ha realizado diversos 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*. 2. La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, que ha dado a conocer algunas características de los ecosistemas evaluados, al igual que las características específicas y las épocas de reproducción en la región de Santa Marta (Magdalena) y de Cartagena (Bolívar). 3. El Instituto para la Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, que está evaluando la factibilidad del cultivo de *Euchema isiforme* y *Kappaphycus alvarezii* en asocio de las comunidades wayúu en un sector de 25 km entre Cabo de la Vela y Alema (Guajira). 4. La Universidad del Valle, que ha trabajado en detalle sobre aspectos ecológicos y fisiológicos de las algas del Pacífico, especialmente de las asociadas al ecosistema de manglar *Bostrychia calliptera* y *Catenella impudica*.

PALABRAS CLAVE

Acuicultura, macroalgas rojas, experiencias, Caribe, Colombia.

EXPERIENCES IN THE EXPERIMENTAL CULTURE OF RED ALGAE IN THE CARIBBEAN AND PACIFIC COASTS OF COLOMBIA

ABSTRACT

The researches carried out so far on the marine macroalgae of Colombia, have resulted in the identification of 374 species: 290 in the Caribbean, and 84 in the Pacific. This has permitted that after a wide and ambitious series of researches have been developed, the taxonomic, bio-ecological, physical-chemical, bio-medical and their industrial utility knowledge has advanced. Four institutions have led these national efforts in favor of having enough arguments for the ample and controlled production: 1. The Universidad del Magdalena has carried out diverse efforts to evaluate the possible industrial use of the algae as well as the cultivations that could replace the necessary quantity of raw materials, using the *Grateloupia filicina*. 2. The Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano that has revealed some characteristics of the evaluated ecosystems, as well as the specific characteristics and the reproduction periods in the Santa Marta (Magdalena) and the Cartagena (Bolívar) region. 3. The Institute for the Research of Biological Resources Alexander von Humboldt is evaluating the feasibility of the *Euchema isiforme* and *Kappaphycus alvarezii* cultivations in association with the Wayúu indigenous communities in a sector of Km 25 between Cabo de la Vela and Alema (Guajira). 4. The Universidad del Valle that has worked in detail on the ecological and physiologic aspects of the Pacific algae, especially those associated to the swamp ecosystem *Bostrychia calliptera* and *Catenella impudica*.

KEY WORDS

Aquaculture, red macroalgae, experiences, Caribbean, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la acuicultura en Colombia ha tenido un gran apoyo gubernamental y privado. La celebración de convenios y misiones ha permitido al país estructurar las bases científicas y tecnológicas para garantizar el manejo adecuado de sus recursos acuáticos (1). No obstante, el desarrollo alcanzado no es el ideal para un país que, como Colombia, es rico en recursos hídricos (marinos y continentales) y especies en sus diferentes pisos térmicos. (Álvarez-León, 1982; Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

Factores como la falta de elaboración y difusión de los paquetes tecnológicos completos para especies nativas, la introducción de especies exóticas con paquetes tecnológicos transferidos (Hernández-Camacho, 1971; Gutiérrez-Bonilla, 2002), la inadecuada canalización y fluidez de las líneas de crédito, las vías de transporte para la comercialización del producto y compra de insumos, la política de las entidades, la escasa publicación de resultados, la ausencia de publicidad que difunda los beneficios de los productos acuícolas, los problemas de violencia e inseguridad y el mito del "país subdesarrollado" que no cree en sí mismo, que no puede hacer más por falta de recursos, de tecnología y que está destinado a ser un país eternamente "en vías de desarrollo", inciden en el freno al desarrollo acuícola. (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

La política en Ciencia y Tecnología la desarrollan organismos estatales cuya responsabilidad es diseñar y financiar programas y proyectos nacionales e internacionales. La investigación y los procesos de control y manejo de los recursos hidrobiológicos se desarrollan en asocio con diversas entidades y empresas estatales y privadas. Entre las áreas cubiertas se encuentran: 1. *Reproducción*: natural e inducida, ginogénesis, criopreservación, supermachos. 2. *Nutrición*: diferentes tipos de concentrados, ensayos con variadas especies de microalgas, ensayos preliminares con promotores de crecimiento. 3. *Patología*: estudios sobre enfermedades bacterianas y micóticas. Los estudios sobre el mercado de los productos han tenido una circulación restringida. La falta de continuidad en las campañas divulgativas, la promoción inadecuada de los productos, la irregularidad en el suministro y los precios siempre en alza en los insumos, han causado desestímulo en los distribuidores y disminución en el consumo. (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

Las especies utilizadas hasta el momento ascienden a 95 (algas, moluscos, crustáceos, peces y biosistemas integrados con anfibios y reptiles) aunque el nivel de conocimiento de cada especie varía a veces considerablemente (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000). En el caso de las algas marinas, el conocimiento de las especies nativas ha mejorado en cuanto a la composición específica en los diferentes ecosistemas y en cuanto a la identificación. En cuanto a las exóticas, en cambio, apenas se está comenzando con la única registrada hasta el momento, *Kappaphycus Álvarezii* en la Guajira colombiana (Díaz-Pulido & Díaz-Ruiz, 2004).

Cuatro son los cultivos que han tenido mayor desarrollo: trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Antioquia, Boyacá y Cundinamarca), peces ornamentales (Meta, Magdalena, Cundinamarca y Valle), mojarras, *Oreochromis hornorum*, *O. niloticus*, *Oreochromis spp.*, *Tilapia rendalli* (Caldas, Risaralda, Cauca, Valle del Cauca, Huila, Cundinamarca, Atlántico, Bolívar, Magdalena) y camarones marinos (del género *Litopenaeus*), en las costas sobre el Caribe (Bolívar y Sucre) y el Pacífico (Cauca, Nariño). (Rodríguez-Gómez et al., 1995; Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

El sector cuenta con profesionales de la bacteriología, biología marina, biología, ingeniería bioquímica, ingeniería de alimentos, ingeniería pesquera, medicina veterinaria, microbiología, tecnología pesquera, y zootecnia. Estos profesionales se encuentran investigando y/o asesorando los proyectos que se desarrollan en el país, tanto en el ámbito gubernamental como privado. Se observa un creciente nivel de especialización, con personal graduado, con cursos de entrenamiento y/o postgrado en el país y en el extranjero. Cada vez hay más universidades nacionales ofreciendo cursos de especialización y postgrado en el área, con lo cual se espera que el nivel científico alcanzado redunde en mejores resultados en producción acuícola y tecnológica. (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

Las exportaciones colombianas de productos pesqueros y acuícolas han experimentado, así mismo, un especial dinamismo. Entre 1985 y 1996, las ventas al exterior aumentaron 417.7% en total para el período y 16.1% en promedio anual en términos de valor, constituyéndose en el año 2000 en el cuarto renglón agropecuario de exportación con cerca de 80.000 toneladas y US\$ 240.8 millones. El saldo de la balanza comercial de productos pesqueros durante tal período fue positivo, pues pasó de US\$ 30.7 millones a US\$ 135.4 millones, especialmente en razón de la dinámica exportadora del atún y del camarón de cultivo (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

En el campo social, la actividad pesquera y acuícola responde por la generación de aproximadamente 120.000 empleos, entre directos e indirectos, derivando su sustento de estas actividades en su conjunto a cerca de 370.000 pobladores, incluyendo el núcleo familiar. Las condiciones de trabajo y de ingresos no son uniformes, al igual que no lo es el acceso a la seguridad social. La situación del pescador a pequeña escala, del pequeño acuicultor y de sus familias, e incluso de las tripulaciones de las embarcaciones menores, es precaria: como trabajadores independientes o a destajo no disponen de los servicios sociales de salud, régimen pensional y prestacional, de los que sí disfrutaban los trabajadores asalariados. Los índices de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de municipios donde la pesca artesanal es la principal actividad, son de los más altos del país y del sector agropecuario, en términos de agua potable, nutrición, calidad de la vivienda, niveles de escolaridad y salud. (Álvarez-León y Rodríguez-Forero, 2000).

En la actualidad se tiene información básica y ensayos preliminares de cultivo de dos algas rojas en el Caribe y los

estudios preliminares básicos sobre dos especies de algas rojas en el Pacífico (**Tabla 1**). La información sobre el cultivo de algas marinas en Colombia se puede resumir de acuerdo a las instituciones responsables de la siguiente manera:

1. La Universidad del Magdalena, a través de sus investigadores y con el apoyo de COLCIENCIAS, ha realizado diversos 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*. (Bula-Meyer, 1985, 1986, 1989a, 1989b, 1992a, 1992b, Bula-Meyer y de Newball, 1983).
2. La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, a través de las tesis profesionales de sus egresados en Biología Marina, ha dado a conocer algunas características de los ecosistemas que han sido evaluados, al igual que las características específicas y las épocas de reproducción (Gaviria-Melo, 1977, González-Delgadillo y Rojas-Ortega, 1995), con el objeto de considerar su cultivo potencial, debido al contenido de sustancias útiles para la industria en la región de Santa Marta (Magdalena) (Durán-Salcedo, 1994) y de Cartagena (Bolívar) (Grajales-Orozco y Poveda-Jiménez, 1997).
3. El Instituto para la Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, a través de investigadores propios y contratados, ha comenzado a evaluar la factibilidad del cultivo de la rodófito nativa *Eucheuma isiforme*. (Dawes, 1986; Littler y Littler, 2000; Gallo-Peña y Rincones-León, 2003) y la *Kappaphycus alvarezii* (Díaz-Pulido y Díaz-Ruiz, 2004), en asocio con las comunidades wayúu a lo largo del litoral de la Guajira en un sector de 25 km entre Cabo de la Vela y Alema.
4. La Universidad del Valle, a través de sus investigadores y de sus tesis en Biología, ha trabajado en detalle sobre aspectos ecológicos y fisiológicos de las algas del Pacífico, especialmente de las asociadas al ecosistema de manglar *Bostrychia calliptera* y *Catenella impudica*. Se han desarrollado trabajos sobre crecimiento, distribución y repoblamiento (Cárdenas-Cruz, 1992; Peña-Salamanca et al., 1995b), biomasa y fotosíntesis (Peña-Salamanca y Zingmark, 1996a; 1996b; 1998a; 1998b; 2001), fisiología y ecología (Peña-Salamanca et al., 1997), fotosíntesis comparativa (Peña-Salamanca et al., 1999), modelos de producción primaria (Peña-Salamanca et al., 2000), ecofisiología (Peña-Salamanca et al., 1996a), patrones de distribución y factores ambientales asociados a la biomasa (Arango y Leudo, 1994; Bejarano, 1997; Portilla-Góngora, 2003).

Tabla 1. Relación de las algas nativas e introducidas cuyo cultivo ha sido evaluado en Colombia. A= Cultivo monoalgal, B= Cultivo experimental

FAMILIAS / ESPECIES	Cuenca Hidrográfica	Tipo de Cultivo
Chlorophyceae		
1. <i>Chlorella</i> sp.	Caribe	A
Thalassiosiraceae ² . <i>Skeletonema costatum</i>	Caribe	A
Myxophyceae ³ . <i>Spirulina</i> sp.	Caribe	A
Rhodophyceae		
Halymeniaceae ⁴ . <i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamoroux) C. Agardh	Caribe	B
Gracilariaceae		
5. <i>Gracilaria cornea</i> J. Agardh	Caribe	B
Solieriaceae		
6. <i>Eucheuma isiforme</i> (C. Agardh) J. Agardh	Caribe	B
7. <i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) Doty ex P. C. Silva	Caribe	B

CONCLUSIÓN

Los cultivos experimentales de macroalgas bentónicas apenas comienzan en Colombia. El primer informe de investigación en este campo fue presentado por Bula-Meyer y de Newball (1983), los cuales realizaron un cultivo experimental en el mar al sur del Rodadero (Magdalena), utilizando *Grateloupia filicina*. (Criptonemiales, Rhodophyta).

Los estudios que apoyarían directa e indirectamente cultivos experimentales de otras algas rojas, como los de *Gracilaria* spp. en el Mar Caribe y de *Bostrychia calliptera* y *Catenella impudica* en el Océano Pacífico, están a disposición en los trabajos realizados sobre inventarios, taxonomía y ecología a través de las tesis profesionales de los egresados de la Facultad de Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, de los del personal de investigadores y tesis de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Valle, que han trabajado sobre aspectos ecológicos, patrones de distribución y fisiológicos de las algas del Pacífico y, finalmente, de los aportados por el personal adscrito al Instituto para la Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, sobre cultivo de especies nativas y exóticas.

Los cultivos experimentales y, en algunos casos a escala industrial, bien podrían implementarse utilizando los métodos que se vienen desarrollando en la costa sur del continente asiático y en la costas del este de Taiwán, los cuales pueden resumirse en: 1. La propagación vegetativa de las frondes en soportes artificiales y 2. La diseminación de esporas sobre sustratos sólidos previamente acondicionados. La utilización de uno u otro método dependerá de las características biológicas de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Arango, G. & E. Leudo. 1994. Patrones de distribución de algas intermareales en la costa Pacífica colombiana. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle.
- Álvarez-León, R. 1982. Antecedentes y posibilidades para el desarrollo de la acuicultura en Colombia. Rev. Lat.-Amer. Acuic., 13: 9-19.
- Álvarez-León, R. & A. Rodríguez-Forero. 2000. La acuicultura en Colombia: estado actual y perspectivas. Rev. INFOPECA Internacional, 6: 40-47.
- Bejarano, A. C. 1997. Aporte de biomasa y detritus de las macroalgas bentónicas al ecosistema manglar-estuario. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle.
- Bula-Meyer, G. A. 1989a. Las macroalgas bénticas marinas como recurso potencial económico en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 17 (65): 383-387.
- Bula-Meyer, G. A. 1989b. Cultivo experimental en el mar del alga béntica *Grateloupia filicina*, pp. 101-104 In: de Oliveira, E. C. & N. Kautsky (eds.) Workshop Cultivation of Seaweeds in Latin America. Sao Sebastiao (S. P.) Brazil. April 2-8, 1989.
- Bula-Meyer, G. A. 1989c. Altas temperaturas estacionales del agua como condición disturbadora de las macroalgas del Parque Nacional Tayrona, Caribe colombiano. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 19: 209-221.
- Bula-Meyer, G. A. 1992a. ¿Están las algas marinas tropicales de los planos arenosos profundos fisiológicamente restringidas a éstos hábitat continuos al talud arrecifal? Tomo I pp. 196-204 In: Velandia-Rocha, S. (ed.) Mem. VIII Sem. Nal. de Cienc. y Technol. del Mar y Congr. Centr.-Amer. y del Caribe de Ciencias del Mar, CCO. Santa Marta (Mag.) Colombia, oct. 30-nov.2, 1992, 792 p.
- Bula-Meyer, G. A. 1992b. Estado actual del conocimiento de las macroalgas marinas de Colombia, pp. 286-311 In: Escobar-Ramírez, J. J. & J. R. Cantera-Kintz (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, 311 p.
- Bula-Meyer, G. A. 1998. Estado actual de la taxonomía de las macroalgas marinas de Colombia. UBJTL-Bol. Ecotrópica, 33: 1-14.
- Bula-Meyer, G. A. & S. de Newball. Cultivo experimental en el mar del alga béntica *Grateloupia filicina* (Cryptonemiales, Rhodophyta). Proy. UTM / COLCIENCIAS. Santa Marta (Mag.). Inf. Final, 1973, 45 p.
- Cárdenas-Cruz, L. S. 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.
- Dawes, C. J. 1986. Botánica marina. 1a Edición. Edit. Limusa-Wiley. México D. C. (México), 673 p.
- Díaz-Pulido, G. & M. C. Díaz-Ruiz. 2004. Informe sobre la taxonomía, biología y ecología del alga cultivada en el Cabo de la Vela, Península de la Guajira. INVEMAR-MHNM. Inf. Técnico, 55 p.
- Durán-Salcedo, A. 1979. Algunos aspectos ecológicos de *Gracilaria cornea* J. Agardh (Gracilariaceae: Gigartinales: Rhodophyta). Tesis Profesional. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 30 p.
- Gallo-Peña, H. M. & R. E. Rincones-León. 2003. Factibilidad del cultivo de algas marinas. Proy. CORPOGUAJIRA / IIRBAVH / FAO Fortalecimiento para el Desarrollo de Empresas Rurales a partir de Productos de la Biodiversidad en el Cabo de la Vela, Departamento de la Guajira. Consultoría Fase II. Bogotá D. C. (Colombia. Inf. Final, 55 p.
- Gaviria-Melo, S. 1977. Observación de los períodos de reproducción de algunas especies de algas colombianas. Tesis Profesional. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Gómez, S. & M. C. Blanco. 1993. Tasas de crecimiento en dos especies de algas rojas de importancia comercial en la bahía de Buenaventura. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle.
- González-Delgadillo, A. M. & J. Rojas-Ortega. 1995. Estructura y composición de la comunidad macroalgal en el sistema arrecifal coralino del Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. Tesis Profesional. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 67 p.
- Grajales-Orozco, A. & L. E. Poveda-Jiménez. 1997. Abundancia, estados reproductivos y algunos parámetros químicos de las macroalgas *Gracilaria mammillaris* y *Solieria filiformis* en Cartagena de Indias, Caribe colombiano. Tesis Profesional. Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Gutiérrez-Bonilla, F. de P. 2002. Introducción, transplante y repoblación con recursos hidrobiológicos: Marco normativo nacional, internacional y competencias institucionales en Colombia. MMA / RAMSAR / CVC. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 24 p.

- Hernández-Camacho, J. I. 1971. Aspectos sobre la introducción de especies exóticas. I Seminario Nacional de Piscicultura. Manizales (Caldas), enero 12-16.
- Littler, D. C. & M. M. Littler. 2000. Caribbean reef plants. Offshore Graphics. Washington (USA), 542 p.
- Peña-Salamanca, E. J. 1998. Physiological ecology of epiphytic macroalgae associated with mangrove prop roots. Thesis Ph. D. University of South Carolina.
- Peña-Salamanca, E. J. & R. Zingmark. 1996. 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, 32: 770-779.
- Peña-Salamanca, E. J. & R. Zingmark. 1998a. Modelling the daily and annual production of epiphytic macroalgae growing on mangroves roots. Phycologia, 34 (2): 50.
- Peña-Salamanca, E. J. & R. Zingmark. 1998b. Comparison of rates of photosynthesis of epiphytic macroalgae on mangroves under emergent and submergent conditions. (Abstracts at the Sixth Internal. Phycological Congr. Leiden, The Netherlands, 9-16 August, 1997). Phycologia, 36 (4) Supplement: 85-86.
- Peña-Salamanca, E. J. & R. Zingmark. 2001. Spatial and temporal dynamics of pigments and biomass of algal flora associated with mangrove habitats. Phycologia, 40 (4): 63-74.
- Peña-Salamanca, E. J., G. Ramos & G. Bolívar. 1996a. Ecophysiology of some red estuarine algae in the Pacific coast of Colombia, S. A. Botanica Marina, 39: 177-188.
- Peña-Salamanca, E. J., E. Cárdenas & G. Bolívar. 1996b. Growth and distribution of two algae in a tropical estuary in the Pacific coast of Colombia, S. A. UBJTL-Bol. Ecotrópica, 39: 177-188.
- Peña-Salamanca, E. J. F. Rodríguez & A. Bejarano. 1997. Physiological ecology of aquatic plants. A potential marine resource in the southwestern region of Colombia, S. A. Unesco Marine Reports, 30: 14-21.
- Peña-Salamanca, E. J., R. Zingmark & C. Nietch. 1999. Comparative photosynthesis of two species of intertidal epiphytic macroalgae on marine roots during submersion and emersion. J. of Phycology, 35: 1206-1214.
- Peña-Salamanca, E. J., R. Zingmark & D. Wetthey. 2000. Modelling primary productivity of epiphytic. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 228: 23-31.
- Portilla-Góngora, J. 2003. Factores ambientales que influyen en la distribución de la biomasa alga asociada al manglar de la bahía de Buenaventura (Pacífico colombiano). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle, 2003.
- Rodríguez-Gómez, H., G. Polo-Romero & C. O. Mora-Lara (eds.). 1995. Fundamentos de acuicultura marina. MinAgricultura y Desarrollo Rural/INPA. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 225p.

NOTAS:

1. Simposio FAO / CARPAS sobre Acuicultura, 1974; Reunión Consultiva Regional de Planificación sobre Acuicultura, 1975; FAO, 1973-1981; FAO, 1980; FAO, 1981; AID, 1976-1981; República de China-Taiwan, 1976-1981; República Popular de China, 1986-1987; CIID, 1979-1983 y el CYTED, 1988-1998.

Close Window