

Cultivo de bivalvos en Colombia: ¿utopía o apuesta de futuro?

Luz Adriana Velasco

Laboratorio de Moluscos y Microalgas

Instituto de Investigaciones Tropicales, Universidad del Magdalena

Taganga, Santa Marta, Colombia

E-mail: molmarcol@gmail.com

Judith Barros

Laboratorio de Moluscos y Microalgas

Instituto de Investigaciones Tropicales, Universidad del Magdalena

Taganga, Santa Marta, Colombia

Velasco, L.A. y Barros, J. 2008. Cultivo de bivalvos en Colombia: ¿utopía o apuesta de futuro? En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*. No. 12. Roma, FAO. pp. 115–128.

RESUMEN

Aunque en Colombia existe un conocimiento considerable sobre la bioecología, obtención de semilla y cría de varias especies de bivalvos nativos de interés comercial, en la realidad el cultivo de bivalvos no ha pasado de ser una actividad desarrollada a nivel experimental. En este manuscrito se realiza una descripción de la producción y comercio nacional de bivalvos; se hace una síntesis del conocimiento existente sobre este recurso, con especial énfasis en las tecnologías utilizadas para la producción de semilla y cultivo. Se hace un análisis de las ventajas, oportunidades y problemas que enfrenta el país para la masificación del cultivo de bivalvos y finalmente se indican las acciones que se requieren a nivel nacional e internacional para que en un mediano o largo plazo este recurso pueda insertarse dentro de las cadenas productivas de Colombia.

ABSTRACT

Although in Colombia there is a vast knowledge of bioecology, seed production and culture of various commercially important native bivalve species, bivalve aquaculture is an activity that has developed only at the experimental level. In this manuscript a description of the national production and commercialization of bivalves is given. Furthermore, an overview of the resources is provided with special emphasis on the technologies used for seed production and culture. The authors present an analysis of the advantages, opportunities and problems related to the large-scale expansion of bivalve culture in Colombia. Finally, a series of medium- and long-term actions required at the national and international level to promote the growth of a bivalve aquaculture industry are proposed.

INTRODUCCIÓN

Cerca de un 50 por ciento del territorio colombiano corresponde a mar, teniendo un total de 3 200 km de línea costera en el Océano Pacífico y en el mar Caribe, incluyendo las áreas insulares. Estas dos costas poseen una intrincada geomorfología y una variedad ecosistemas como arrecifes coralinos, manglares, litorales rocosos, playas arenosas y fondos sedimentarios, con una temperatura cálida relativamente constante. Asociado a estas condiciones, Colombia cuenta con una gran biodiversidad marina entre la cual se encuentra la de bivalvos, con el registro de 352 especies en el Océano Pacífico (Arboleda, 2002) y 315 en el mar Caribe (Díaz *et al.*, 1998). De éstas especies, alrededor de 40 poseen características para ser consideradas de interés comercial (Cuadro 1), no obstante, solo unas cuantas, las de mayor abundancia, son conocidas y comercializadas bajo los nombres de almejas, chipi-chipi, ostras, pianguas y scallops.

CUADRO 1

Especies de bivalvos marinos de Colombia con interés comercial real o potencial. A = Tamaño considerable, B = Alta abundancia, C = existencia de un mercado nacional o internacional de especies similares, D = capacidad para producir perlas

Lugar	Grupo	Familia	Especie	Características
Océano Atlántico	Almejas	Cardiidae	<i>Trachycardium isocardia</i> (Linné, 1758)	C
		Corbiculidae	<i>Polymesoda arctata</i> (Deshayes, 1854)	BC
		Limidae	<i>Lima scabra</i> (Born, 1778)	C
		Trapeziidae	<i>Codakia orbicularis</i> (Linné, 1758)	C
		Veneridae	<i>Chione cancellata</i> (Linné, 1767)	C
			<i>Protothaca pectorina</i> (Lamarck, 1818)	C
	Chipi-chipi	Donacidae	<i>Donax denticulatus</i> (Linné, 1758)	BC
			<i>Donax striatus</i> (Linné, 1767)	BC
		Veneridae	<i>Anomalocardia brasiliiana</i> (Gmelin, 1791)	BC
	Ostras	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i> (Goulding, 1828)	BC
	Pianguas	Arcidae	<i>Anadara notabilis</i> (Röding, 1798)	ABC
			<i>Arca imbricata</i> (Bruguiere, 1789)	C
			<i>Arca zebra</i> (Swainson, 1833)	C
	Scallops	Pectinidae	<i>Amusium laurenti</i> (Gmelin, 1791)	BC
			<i>Amusium papyraceum</i> (Gabb, 1873)	C
			<i>Argopecten nucleus</i> (Born, 1780)	C
			<i>Euvola ziczac</i> (Linné, 1758)	C
			<i>Nodipecten nodosus</i> (Linné, 1758)	AC
		Pteriidae	<i>Pinctada imbricata</i> (Röding, 1798)	D
	Ostras perlíferas		<i>Pteria colymbus</i> (Röding, 1798)	D
		Pinnidae	<i>Atrina seminuda</i> (Lamarck, 1819)	AC
			<i>Pinna carnea</i> (Gmelin, 1791)	A
	Mejillones	Mytilidae	<i>Modiolus americanus</i> (Leach, 1815)	C
Océano Pacífico	Almejas	Veneridae	<i>Chione subrugosa</i> (Word, 1828)	C
			<i>Macrocallista aurantiaca</i> (Sowerby, 1831)	C
			<i>Protothaca asperrima</i> (Sowerby, 1835)	C
		Corbiculidae	<i>Polymesoda inflata</i> (Philippi, 1851)	C
	Chipi-chipi	Donacidae	<i>Donax assimilis</i> (Hanley, 1845)	C
		Ostreidae	<i>Crassostrea columbiensis</i> (Hanley, 1846)	C
	Ostras		<i>Crassostrea corteziensis</i> (Hertlein, 1951)	C
			<i>Crassostrea iridescens</i> (Hanley, 1854)	C
		Arcidae	<i>Anadara grandis</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	AC
	Pianguas		<i>Anadara similis</i> (Adams, 1852)	BC
			<i>Anadara tuberculosa</i> (Sowerby, 1833)	BC
		Pectinidae	<i>Argopecten ventricosus</i> (Sowerby, 1835)	C
	Scallops		<i>Nodipecten subnodosus</i> (Sowerby, 1835)	AC
		Pteriidae	<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856)	AD
	Ostras perlíferas		<i>Pteria sterna</i> (Gould, 1851)	AD
		Pinnidae	<i>Atrina maura</i> (Sowerby, 1847)	AC
	Hachas		<i>Pinna rugosa</i> (Sowerby, 1835)	A
		Mytilidae	<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	C

La producción histórica de bivalvos en Colombia ha procedido casi exclusivamente de la pesca, siendo las pesquerías de almejas, chipi-chipi, ostras y pianguas de tipo artesanal y la de scallops de tipo incidental en la pesca industrial del camarón. Entre 1990 y 2004 la producción de moluscos anual fue en promedio de 10 000 toneladas representando el 0,7 por ciento de la producción total por pesca marítima, mientras que la cantidad de bivalvos producidos fue en promedio de 457 t por año lo cual equivalió al 61 por ciento de la producción de moluscos (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER – com. pers.). Entre el 2004 y 2007 no se tienen estadísticas pesqueras cuantitativas y para el periodo 2006 al 2007 solo se tienen datos cualitativos (INCODER com. pers.). En este último año se verificó un descenso en los aportes de moluscos en el total de las capturas (0,1 por ciento) y una disminución en el componente de bivalvos dentro de las capturas de moluscos (48 por ciento). Tal tendencia puede ser atribuida a la disminución de la actividad extractiva industrial causada por la caída del dólar. Estos valores de producción de Colombia la sitúan dentro de los países con más baja producción de bivalvos en América Latina (FAO, 2007).

Las especies más representativas dentro de la producción nacional de bivalvos son: *Amusium* spp., *Anadara* spp., *Anomalocardia brasiliiana*, *Crassostrea rhizophorae*, *Donax* spp. y *Polymesoda arctata*. La importancia relativa de estas pesquerías ha variado con el tiempo, entre los años 1960 y 1980 la pesquería de la ostra *C. rhizophorae* fue la más importante, llegando a producirse mas de 1 000 toneladas año⁻¹ en 1968 sólo en la Ciénaga Grande de Santa Marta (FAO, 1971). Posteriormente, esta zona sufrió varios problemas ambientales que hicieron que este recurso disminuyera con el tiempo hasta desaparecer en 1996. Entre 1990 y 2004 las pesquerías mas importantes de bivalvos en orden decreciente fueron: pianguas (40 por ciento), scallops (35 por ciento), almejas y chipi-chipi (22 por ciento) y ostras (3 por ciento) (INCODER com. pers.). Finalmente, entre el 2006 y 2007 la pesquería de pianguas pasó a ser la más importante, siendo un 96 por ciento de la producción total bivalvos, no hay registros de scallops y hay una disminución de los componentes almejas y chipi-chipi (2 por ciento) y el de ostras (2 por ciento) (INCODER, 2007). La disminución de la actividad extractiva industrial explica la desaparición de los scallops en las estadísticas pesqueras, pero no la de las almejas y chipi-chipi, los cuales se explotan artesanalmente.

PRODUCCIÓN DE BIVALVOS POR ACUACULTURA

La acuicultura en Colombia ha crecido con el tiempo, pasando de 1 256 toneladas producidas en 1986, a 63 340 toneladas en el 2005. No obstante, esta producción por acuicultura está representada esencialmente por peces y crustáceos. La producción de bivalvos cultivados se ha restringido a proyectos I+D+T con diferentes especies. Con ostras del mangle se produjeron entre 6 y 18 ton año⁻¹ entre 1996 y 2002 (Salazar, 1999; Barreto com. pers.) y con ostras perlíferas y scallops se produjo alrededor de 80 kg año⁻¹ entre el 2002 y 2003 (INVEMAR, 2003). La producción de ostras cultivadas llegó a representar el 3 por ciento de la oferta total de bivalvos para 1998 (Valero *et al.*, 2000)

COMERCIO DE BIVALVOS EN COLOMBIA

El consumo per cápita de pescados y mariscos en Colombia para 1998 fue de 6,5 kg año⁻¹ (Beltrán y Villaneda, 2000), muy por debajo del promedio mundial para el 2006 de 16 kg año⁻¹ (Panorama acuícola, 2006). Para el caso específico de bivalvos, no existe una cultura generalizada de consumo debido a varias causas entre las cuales están: la reducida oferta de bivalvos, la deficiente presentación y calidad sanitaria de los bivalvos nacionales, los altos precios, el escaso conocimiento del consumidor sobre este producto y las formas de preparación. Las zonas en donde se presentan los mayores consumos son las costeras, donde se capturan los bivalvos, y las principales ciudades como Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla, Bucaramanga y Villavicencio.

CUADRO 2
Precios de bivalvos comercializados en Colombia durante el año 2007

Grupo	Origen	Presentación	Precio en pescaderías (\$EE.UU./kg)
Almejas	Nacional	Con concha	2,5
		Sin concha	4,5
	Importación	Sin concha	2,8
Chipi-chipi	Nacional	Sin concha	3,0
Mejillones	Importación	Con media concha	8,0
Ostras	Nacional	Con concha	
		Sin concha	2,8
Pianguas	Nacional	Sin concha	7,5
Scallops	Importación	Músculos	10–30

El canal de comercialización es simple, los pescadores venden su producción viva, desconchada o precocida a intermediarios minoristas que colocan el producto a los intermediarios mayoristas quienes a su vez lo distribuyen a los supermercados, pescaderías, restaurantes y cevicherías, donde son adquiridos por el consumidor final (Valero *et al.*, 2000).

Pese a que la demanda de bivalvos es reducida, la producción nacional la satisface solo en un 44 por ciento, teniendo que recurrir a la importación para cubrir el 56 por ciento faltante (Valero *et al.*, 2000). Los principales bivalvos que se importan son: almejas, vieras y mejillones. Los dos primeros, actualmente provienen de Chile mientras que el último tiene como origen Nueva Zelanda.

El precio de los bivalvos varía de acuerdo al grupo, su procedencia y presentación (Cuadro 2). Los productos importados como los de scallops y mejillones son los más costosos, mientras que los nacionales como las ostras y el chipi-chipi son los menos valiosos.

CONOCIMIENTO DE LOS BIVALVOS EN COLOMBIA

La mayoría de los estudios sobre bivalvos en Colombia corresponden a literatura gris (tesis, informes de proyectos y resúmenes en seminarios), los cuales han tenido una divulgación e impacto muy restringidos. Los principales tópicos en los que se ha trabajado son los inventarios, taxonomía, ecología, obtención de semilla y cultivo (Borrero, 1995; Díaz *et al.*, 1998; Urban, 1999). En estos estudios se ha encontrado que varias especies de bivalvos tienen características propicias para ser cultivadas y que esta actividad es viable desde el punto de vista tecnológico y financiero (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2003; Velasco, 2005).

TECNOLOGÍA DE CULTIVO DE BIVALVOS EN COLOMBIA

El cultivo de bivalvos en Colombia sólo se ha realizado a nivel experimental o piloto con ocho especies, dos del Océano Pacífico y las restantes seis del Caribe. La tecnología utilizada ha sido en varios casos una adaptación de tecnologías desarrolladas en países como Japón y Cuba, mientras que en otros casos se ha realizado un importante ejercicio de desarrollo tecnológico. A continuación, se describe la bioecología y tecnología utilizada para el cultivo de estas especies.

OSTRAS DEL MANGLE *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* Y *CRASSOSTREA COLUMBIENSIS*

Son especies de tamaño grande (hasta 120 mm). *C. rhizophorae* se distribuye desde las Antillas, sur del mar Caribe, Surinam, hasta Brasil (Díaz y Puyana, 1994) y *C. columbiensis* se distribuye desde Baja California hasta Perú (Olsson, 1961). Viven adheridas a las raíces del mangle rojo, a otras conchas y sustratos duros en lagunas costeras, zonas estuarinas y en el litoral rocoso (Wedler, 1998; Contreras y Cantera, 1976), donde la salinidad fluctúa entre 6 y 35 ups y la temperatura tiene valores entre

27 y 34 °C (Barliza y Quintana, 1992). Son hermafroditas alternantes, con fecundación externa (Quayle, 1981). En *C. rhizophorae* la primera madurez ocurre entre los 2 y 4 meses cuando tienen 20 mm de longitud (Nikolic y Alfonso, 1970), y sus desoves ocurren entre los meses de abril y septiembre (Velasco y Vega, 2005). En *C. columbiensis* el ciclo reproductivo es continuo (Cantera, 1988).

La semilla de *C. rhizophorae* se obtiene del medio natural utilizando colectores de alambre de aluminio recubierto con arena, cal y cemento; collares de conchas o láminas plásticas flexibles (Wedler, 1980; 1998; Arias *et al.*, 1995; Rodríguez y Lagos, 2000). Estos colectores se suspenden a profundidades entre 0 y 50 cm bajo el manglar y permanecen allí por un mes. Las épocas de máxima fijación generalmente coinciden con la época de lluvias, entre abril y diciembre. Las fijaciones han llegado a 4 500 ostras m⁻² de colector. De otro lado, la semilla de *C. columbiensis* se ha colectado sobre colectores de tejas revestidas con cemento, cal y arena, y sobre la corteza de coco revestida con alquitrán. De esta especie se han obtenido fijaciones durante todo el año pero con números muy bajos de 2 juveniles m⁻².

A raíz de la desaparición de *C. rhizophorae* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, se llevó a cabo la producción de semilla en hatchery (Caez y Vélez, 2000; Wedler *et al.*, 2003; Velasco y Vega, 2005). Los reproductores maduros se colectan del medio natural y se someten a desecación en frío (16 °C por 1h) y posteriormente a inmersión en agua a alta temperatura y baja salinidad (32 °C y 25 ups). La fecundación se hace dejando que machos y hembras desoven en un mismo acuario estando en una relación de 1:4. El cultivo larvario se hace en tanques cilíndrocónicos de 100–500 L a densidades entre 1 y 10 larvas mL⁻¹ utilizando agua de mar microfiltrada (1 µm), irradiada con UV, aireada, y con una temperatura de 25 °C y 25 ups de salinidad. Como alimento se suministra *I. galbana* y *C. calcitrans* a valores entre 30 y 70 cel µL⁻¹. El agua se cambia en un 100 por ciento cada 48 h. El cultivo larvario oscila entre 17 y 21 días. Para el asentamiento se sumergen colectores de collares con conchas. Los colectores se llevan a la estación de cultivo en el estuario luego de 50 días de fijación. En *C. columbiensis* la baja obtención de semilla silvestre motivó algunos intentos de reproducción artificial (Cantera, 1987; 1988). Se produjeron los cigotos mediante «stripping» gonadal de animales sexualmente maduros, las larvas fueron mantenidas en acuarios y alimentadas principalmente con algas extraídas del estuario. No se obtuvieron juveniles ya que ocurrieron muy altas mortalidades en las larvas pediveliger.

El cultivo de estas especies se ha realizado en el fondo previa adecuación del mismo con conchas, o en suspensión, ya sea adherida a los colectores ó libre en canastas (90 x 90 cm) (Rivera, 1978; Wedler, 1978; 1980; 1983; Peláez, 1985; Cantera, 1987; 1988; Barliza y Quintana, 1992; Arias *et al.*, 1995; Rodríguez y Lagos, 2000). En el cultivo suspendido en canastas empleando una densidad de 500 ostras se obtienen las menores mortalidades (entre 2 y 20 por ciento). Semanalmente las ostras son expuestas al sol y al aire por 24 h para controlar los competidores, fouling y depredadores. Luego de 6 a 8 meses la ostra alcanza la talla comercial de 60 mm. En cada colector de alambre se obtiene una producción promedio de 5 kg. El rendimiento en carne es de aproximadamente el 10 por ciento del peso vivo total. Entre los principales problemas que ocasionan el descenso en la producción están: competencia por espacio, baja salinidad por períodos prolongados, alta sedimentación, depredadores (*Thais* spp., *Melongena* spp., *Callinectes* spp.) y fouling (poliquetos y esponjas).

PECTÍNIDOS O SCALLOPS ARGOPECTEN NUCLEUS Y NODIPECTEN NODOSUS

A. nucleus es una especie mediana (50 mm) y *N. nodosus* es una especie grande (150 mm). Las dos son epibentónicas, pero mientras *A. nucleus* es una especie de vida libre, *N. nodosus* se adhiere a sustratos duros. *A. nucleus* se distribuye en el Sureste de la Florida, parte sur del Golfo de México, el Mar Caribe y Surinam y *N. nodosus* tiene una distribución más amplia, llegando por el norte hasta Carolina del Norte y

hacia el sur hasta el sur de Brasil (Díaz y Puyana, 1994). También tienen estrategias de vida diferentes, mientras que *A. nucleus* es de corta vida (entre 1 y 2 años) y con una madurez sexual precoz (3 meses), *N. nodosus* es más longeva (>2 años) y comienza su primera madurez sexual hasta los 6 meses. Las dos especies son hermafroditas simultáneas y su fecundidad es en promedio de $1,85 \times 10^6$ ovocitos animal $^{-1}$ (Velasco *et al.*, 2007). Cohabitan en fondos arenosos entre los 10 y 50 m pero *A. nucleus* puede encontrarse a menores profundidades, mientras que *N. nodosus* se encuentra hasta los 120 m (Díaz y Puyana, 1994). Habitán en zonas con salinidades entre 30 y 37 ups y temperaturas entre 20 y 30 °C. No se han detectado bancos naturales de estas especies en el Caribe colombiano, solo existen poblaciones de cultivo que han sido formadas a partir de semilla silvestre.

La obtención de semilla puede hacerse del medio natural como lo describen Borrero (1995), Uribe (1996), Castellanos (1997), Urban (1999), INVEMAR (2003). Se utilizan colectores artificiales elaborados con bolsas cebolleras de polipropileno y cubiertas por una bolsa de malla mosquitera. Estos colectores son mantenidos en suspensión a profundidades entre 5 y 25 m durante 10 semanas. Las fijaciones de *A. nucleus* son relativamente constantes durante todo el año, mientras que las de *N. nodosus* son mayores entre los meses de enero y junio. La cantidad de semilla que se obtiene es muy baja, los valores máximos reportados oscilan entre 1 y 77 juveniles colector $^{-1}$ (4 a 29 juveniles m $^{-2}$). Una fuente alterna de semilla de pectínidos es su producción en laboratorio, la tecnología de hatchery ha sido desarrollada por Urban (1999), De la Roche *et al.* (2002); Velasco (2005); Velasco *et al.* (2007), Velasco y Barros (2007, 2008, en prensa). El acondicionamiento reproductivo de animales completamente inmaduros se logra entre 16 y 77 días en *A. nucleus* y *N. nodosus*, respectivamente. Para ello, los animales son mantenidos en tanques rectangulares (200 L), con agua de mar microfiltrada (1 µm), a 25 °C, 35 ups y con aireación suave. El alimento se suministra de forma continua por goteo de tal forma que en el tanque permanezca una concentración constante de *I. galbana* de 40 cel µL $^{-1}$ y se realiza un recambio diario de agua del 80 por ciento. La inducción al desove de *A. nucleus* se hace utilizando cambios graduales de temperatura combinados con desecación o con un alto suministro de microalgas, mientras que en *N. nodosus* se utilizan inyecciones de serotonina (10^{-3} M) con prostaglandina E₂ (2×10^{-6} M) (0,2 mL en cada porción gonadal). Se lleva a cabo fertilización cruzada manteniendo una proporción espermatozooides ovocitos de 50:1. La incubación de los cigotos se hace a una densidad menor a 15 cigotos mL $^{-1}$ usando tanques cónicos de fondo plano (200–2 000 L) con agua de mar microfiltrada (1 µm), esterilizada con luz ultravioleta, aireada, con la misma temperatura y salinidad usadas en el acondicionamiento. El cultivo larvario se lleva a cabo a densidades iniciales de 5 larvas mL $^{-1}$ bajo las mismas condiciones descritas para la incubación. Como alimento se suministra diariamente 20 cel µL $^{-1}$ de *I. galbana*, en *A. nucleus* de forma continua por goteo y en *N. nodosus* de forma discontinua, una vez al día. El agua se recambia en un 100 por ciento diariamente sin bajar el nivel del agua. Para el asentamiento se utilizan densidades de 1 larva mL $^{-1}$, inductores como baja temperatura (20 °C x 48 h) o el suministro de epinefrina (10^{-5} M x 48 h) y se sumergen colectores de bolsa cebollera llenas con césped artificial dentro de los tanques de cultivo larvario. La ración diaria de alimento aumenta a 60 cel µL $^{-1}$. Luego de 15 días de fijación, los colectores se llevan al mar donde permanecen suspendidos en longlines a profundidades entre 8 y 15 m por 2 meses, cuando los juveniles alcanzan al menos 10 mm de longitud. La supervivencia de los juveniles en relación al número de cigotos producidos es del 1 por ciento.

Los scallops son cultivados en suspensión empleando longlines (Urban, 1999; INVEMAR, 2003; Velasco, Barros y Guerrero, en prensa). Los juveniles se colocan en «pearl nets» a una densidad de entre 30 y 50 por ciento de cobertura del fondo. Cuando los animales alcanzan longitudes de 30 mm en *A. nucleus* o 40 mm en *N. nodosus*, se colocan en redes tipo linterna a densidades de 60 animales por piso para *A. nucleus* y

30 animales por piso para *N. nodosus*. Estas redes permanecen suspendidas en el agua a una profundidad de 5 a 15 m. Durante los 2 primeros meses se realizan desdobles quincenales y posteriormente uno mensual. La talla comercial de *A. nucleus* (40 mm de longitud y 40 g peso total) y de *N. nodosus* (80 mm de longitud y 100 g de peso total) se obtiene luego de 10 meses de cultivo (tasa de crecimiento promedio de 2,4 mm mes⁻¹ en *A. nucleus* y 6,5 mm mes⁻¹ en *N. nodosus*). La supervivencia promedio final es del 65 por ciento, siendo la depredación por parte de cimátidos el principal factor responsable de la muerte de los pectínidos. El rendimiento del músculo en relación al peso total de *A. nucleus* es del 10 por ciento mientras que el de *N. nodosus* es del 15 por ciento, haciendo que para conformar una libra de músculos se requiera 111 especímenes de *A. nucleus* o 31 de *N. nodosus*.

OSTRAS PERLÍFERAS *PINCTADA IMBRICATA* Y *PTERIA COOLMBUS*

Las dos especies son de tamaño mediano (60 mm), epibentónicas, habitan en el submareal de zonas con alta salinidad (30 a 37 ups), temperaturas entre 22 y 31 °C y profundidades entre 3 y 10 m. *P. columbus* vive adherida casi exclusivamente a octocorales mientras que *P. imbricata* tiene requerimientos de sustrato menos específicos, adhiriéndose a rocas, y otros sustratos duros, lo que determina una distribución mas amplia y mayor abundancia de *P. imbricata* (Díaz y Puyana, 1994; Borrero *et al.*, 1996). Se distribuyen en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta el sur de Brasil (Díaz y Puyana, 1994). Son especies hermafroditas protándricas (Borrero *et al.*, 1996). Desde el siglo XV existió una pesquería intermitente de estas especies para la obtención de perlas naturales, siendo la última entre los años 1900 y 1940 (Borrero *et al.*, 1996). La obtención de semilla silvestre de estas especies ha sido llevada a cabo por Borrero (1995), Uribe (1996), Velasco (1996), Castellanos (1997), Urban (1999) e INVEMAR, (2003). Se utilizan colectores de tipo cortina elaborados con bolsas cebolleras, los cuales se dejan inmersos a profundidades entre 5 y 20 m por periodos entre 8 y 10 semanas. Las mayores fijaciones de *P. imbricata* (292 a 583 juveniles m⁻²) ocurren entre febrero y junio, y las de *P. columbus* (58 a 333 juveniles m⁻²) entre febrero y mayo, coincidiendo con cambios de temperatura. *P. imbricata* muestra mayores fijaciones en aguas someras entre 5 y 10 m de profundidad. La producción de semilla en hatchery de *Pinctada imbricata* fue lograda por Hernández-Rondón (1999). Animales maduros se sometieron a estímulos de inducción de cambio de temperatura de 23 a 35 °C. El cultivo larval se llevó a cabo a densidades entre 2 y 6 larvas mL⁻¹ en tanques cilíndricos de 500 L con agua de mar microfiltrada a 1 µm, irradiada con UV, mantenida a 27 °C y 35 ups. Las larvas se alimentaron con una dieta de *I. galbana* y *C. muelleri* 1:1 a una concentración de 50 a 60 cel µL⁻¹ d⁻¹ suministrándola en una sola ración. El asentamiento se logró a densidades de 1 larva mL⁻¹, sumergiendo los colectores de bolsas cebolleras en los tanques de cultivo. En esta fase la ración de alimento se aumentó a 100 cel µL⁻¹ d⁻¹. Las larvas pediveliger fueron obtenidas en 16 días y la semilla de 10 mm se obtuvo en 3 meses dentro del laboratorio. El cultivo de las ostras perlíferas del Caribe ha sido descrito por Borrero (1995), Velasco (1996), Velasco y Borrero (1996), Castellanos-Montes (1997), Caballero (1999), Urban (1999), e INVEMAR (2003). Se utiliza la misma tecnología de cultivo descrita para scallops y también se utilizan «pocket nets» a densidades entre 4 y 16 animales m⁻², obteniéndose supervivencias acumuladas finales de 70 por ciento. La mortalidad de las ostras perlíferas cultivadas está asociada a la abundancia y tamaño de los depredadores cimátidos y portúnidos encontrados en las redes de cultivo. En *P. imbricata* se ha utilizado el método de cultivo de fondo en cajas a densidades del 30 por ciento de cobertura del fondo, obteniéndose supervivencias mayores (94 por ciento) debido a la menor abundancia de predadores cimátidos y portúnidos. La producción de medias perlas es factible en ambas especies implantando un solo núcleo con un diámetro menor a 11 mm y utilizando animales de longitudes mayores a 60 mm. La talla comercial de las dos especies (50 mm de longitud y pesos

totales de 13 g en *P. imbricata* y 4 g en *P. columbus*) es alcanzada en 9 meses de cultivo. El rendimiento de la carne en relación al peso total del animal es del 60 por ciento en *P. columbus* y del 30 por ciento en *P. imbricata*.

HACHA PINNA CARNEA

Especie grande (300 mm), con concha delgada y semitraslúcida (Díaz y Puyana, 1994). Vive semienterrada verticalmente en el sustrato blando con suficiente grava debajo de este, la cual provee un anclaje para las fibras del biso (Yongue, 1953). Habita en aguas someras del submareal, hasta los 25 m en zonas con salinidades entre 30 y 37 ups y entre 22 y 31 °C. Se distribuye a lo largo del Atlántico occidental desde el sur de la Florida hasta Brasil (Díaz y Puyana, 1994). *P. carnea* es una especie hermafrodita simultánea con separación de sexos esporádica, tiene un ciclo reproductivo continuo con un periodo de mayores desoves entre julio y noviembre (García, 1997). La captación de semilla en ambiente natural de hachas ha sido llevada a cabo por Borrero (1995), Uribe (1996), Velasco (1996), Castellanos (1997), Urban (1999) e INVEMAR, (2003). Para esta especie se utilizan colectores tipo cortina que se dejan inmersos en el agua por 10 semanas. Las mayores fijaciones de *P. carnea* (6 a 100 juveniles colector⁻¹) (25–417 juveniles m⁻² de colector) ocurren entre septiembre a diciembre, asociadas a altas temperaturas del agua. Esta especie presenta mayores fijaciones en aguas someras entre 5 y 10 m de profundidad. El cultivo de esta especie ha sido descrito por Borrero (1995), Velasco (1996), García (1997), Velasco y Borrero, (2004). Se hace siguiendo la tecnología descrita para scallops, empleando densidades del 20 por ciento de cobertura del fondo de la red, pero también se pueden cultivar en el fondo utilizando cajas. La supervivencia al final del cultivo es del 30 por ciento, siendo altamente vulnerables a depredadores cimátidos y portúnidos cuando tienen tamaños inferiores a los 100 mm. El tamaño comercial de 160 mm (15 g) se alcanza en 11 meses de cultivo suspendido con un rendimiento en carne con respecto al peso total del 30 por ciento.

PIANGUAS ANADARA TUBERCULOSA

Especie mediana (56 mm) (Naranjo, 1982) que vive enterrada a 30 cm en el fango del mesolitoral generalmente asociada a las raíces de mangle (Contreras y Cantera, 1976), en zonas con salinidades entre 11 y 26 ups y temperaturas entre 26 y 30 °C (Borrero, 1982). Se distribuye desde el Golfo de California hasta el Perú (Keen, 1971). Es una especie gonocórica, con un ciclo reproductivo continuo (Cruz, 1984). Sus góndadas empiezan a madurar a los 32 mm (Squires *et al.*, 1972). La captación de semilla en ambiente natural fue llevada a cabo por Borrero (1982) y Olave (1985). La colecta de semilla de esta especie se hace mediante recolección manual en el fango o empleando colectores de estopa de coco colocados sobre la superficie del fondo. Las mayores fijaciones se registran para los meses de mayo, junio, septiembre y noviembre, sin embargo los valores son bajos (0 a 71 juv. colector⁻¹). El cultivo de esta especie se lleva a cabo en fondo utilizando encierros o en suspensión dentro de cajas (Naranjo, 1982; Rodríguez, 1985; Cantera, 1987). El crecimiento es muy bajo (1 mm mes⁻¹) requiriéndose tres o cuatro años para alcanzar la talla comercial de 30 a 40 mm. Los cultivos de fondo son altamente afectados por el gasterópodo *Thais kiosquiformis* y por *Callinectes* spp.

DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE BIVALVOS EN COLOMBIA

Colombia cuenta con ciertas condiciones que sugieren que el cultivo de bivalvos puede ser una alternativa de desarrollo sostenible para las comunidades rurales asentadas en los litorales de sus dos océanos y para la creación de nuevas empresas, pero también hay otras condiciones que la dificultan. A continuación, se hace un análisis de la situación, detallándose las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene esta actividad.

FORTALEZAS

1) Variedad de especies nativas con potencial comercial (Cuadro 1); 2) Conocimiento de aspectos bioecológicos, obtención de semilla y cultivo experimental de varias especies comerciales; 3) Disponibilidad de extensas zonas apropiadas para el establecimiento de centros de cultivo (bahías, estuarios, lagunas costeras, ensenadas); 4) Existencia de una demanda interna insatisfecha y de una demanda externa bien establecida y creciente; 5) Ubicación geográfica privilegiada para llevar a cabo comercio con el mundo; 6) Ausencia de costo de las concesiones marinas en la actualidad; 7) Existencia de dos universidades que están formando personal a nivel superior y técnico en el cultivo de bivalvos.

OPORTUNIDADES

1) Bajos requerimientos técnicos y financieros del cultivo de bivalvos en el mar ya que los animales no requieren ser alimentados, son poco móviles, crecen relativamente rápido y no son objeto de gran interés por parte de asaltantes; 2) Necesidad de proveer recursos acuáticos por una vía diferente de la captura ya que existe un marcado decrecimiento del recurso pesquero artesanal por problemas ambientales y de sobrepesca; 3) Necesidad de proveer opciones de desarrollo sostenible que estén acordes con la tradición marítima a más de 30 000 pescadores artesanales (Beltrán y Villaneda, 2000); 4) Necesidad de implementar empresas y actividades que generen empleos directos e indirectos para un 11 por ciento de la población que actualmente se encuentra desempleada.

DEBILIDADES

1) Actualmente no existe una política nacional para el desarrollo de la maricultura; 2) Insuficiencia de recursos asignados por el gobierno colombiano a proyectos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología (I+D+T) en acuacultura (<0.03 por ciento del presupuesto nacional); 3) Difícil financiación de proyectos acuícolas I+D+T para especies que no tienen una cadena productiva consolidada, como es el caso de los moluscos; 4) Imposibilidad de financiación para proyectos I+D+T de mediano o largo plazo (>2 años), en los cuales se pueda optimizar, validar, escalar o transferir las tecnologías de cultivo desarrolladas o adaptadas experimentalmente; 5) Ausencia de continuidad, coherencia y compromiso con los proyectos acuícolas exitosos; 6) Escasa inversión nacional y extranjera en proyectos productivos de maricultura debido a su alto riesgo; 7) Desarticulación entre instituciones para la realización de proyectos I+D+T lo que causa disminución en la eficiencia para obtención de las metas y una dispersión de la escasa financiación; 8) Fracaso de proyectos piloto productivos de cultivo de bivalvos debido a problemas de disponibilidad de semilla, planificación, sostenibilidad financiera, manejo de comunidades y comercialización de los productos; 9) Dificultad para vincular a las comunidades y empresas a los proyectos I+D+T del sector acuícola ya que existe frustración, desconfianza y apatía.

AMENAZAS

1) Reducido conocimiento, cultura de consumo y mercado interno de bivalvos; 2) Mala calidad sanitaria de los bivalvos; 3) Conflictos entre usuarios del mar; 4) Aumento en los niveles de contaminación de las aguas; 5) Demora excesiva en los trámites para la obtención de concesiones marinas.

ACCIONES REQUERIDAS PARA IMPULSAR EL CULTIVO DE BIVALVOS EN COLOMBIA

1) Establecer e implementar políticas claras y específicas para el uso y aprovechamiento del mar así como para el desarrollo de la acuacultura. En estas deben quedar claramente establecidos los lineamientos para el desarrollo acuícola a largo plazo,

otorgándole importancia a la diversificación de la acuacultura marina, en especial a los bivalvos por todas las condiciones favorables que presentan para ser cultivados en Colombia; 2) Asignar una mayor partida presupuestaria anual para I+D+T al sector de acuacultura; 3) Asegurar financiación a largo plazo para proyectos I+D+T que estén dentro de las líneas de investigación consideradas estratégicas y que sean evaluados satisfactoriamente; 4) Promover activamente la articulación de entidades dedicadas a I+D+T; 5) Atraer inversionistas a nivel nacional e internacional mediante otorgamiento de estímulos tributarios mayores a los existentes en la actualidad; 6) Crear redes apoyadas financieramente por entes nacionales e internacionales que faciliten el intercambio de experiencias y conocimientos entre investigadores, tecnólogos, empresarios y pescadores en las áreas de: tecnologías de producción masiva de semilla y adultos, ingeniería acuícola, manejo postcosecha, control de calidad, organización empresarial y financiera, trabajo con comunidades, mercadeo y comercialización de este tipo de productos; 7) Validar, escalar y transferir a empresas y comunidades la tecnología de producción de scallops; 8) Implementar el cultivo masivo de la ostra del mangle utilizando semilla natural y optimizar la tecnología de producción de semilla de ostra del mangle en hatchery; 9) Determinar la existencia de mercados a nivel nacional e internacional para recursos como las ostras perlíferas y hachas o sus derivados como medias perlas; 10) Experimentar la producción de semilla de pianguas en hatchery así como su cultivo probando diferentes métodos y lugares; 11) Aplicar estrategias de vinculación de las comunidades a los proyectos productivos de forma tal que no se creen falsas expectativas ni se generen conflictos internos como puede ser iniciar con la ejecución de proyectos demostrativos y posteriormente generar microempresas con los grupos más comprometidos y productivos; 12) Implementar acciones de depuración de bivalvos cosechados, vigilancia sanitaria, optimización de la cadena de frío y de la presentación utilizada en su comercialización; 13) Divulgar masivamente las actividades de producción limpia de bivalvos, las acciones de vigilancia sanitaria que se implementen e incentivar su consumo mediante campañas publicitarias; 14) Definir los planes de ordenamiento territorial de las áreas marinas en donde queden espacios protegidos considerables aptos para el desarrollo de la maricultura; 15) Establecer un plan para garantizar la conservación de la calidad ambiental marina así como medidas que permitan disminuir las actuales fuentes de contaminación como lo es la implementación de plantas de tratamiento de aguas servidas antes de descargarlas al mar; 16) Hacer más expedito el proceso de trámite para la obtención de concesiones marinas.

CONCLUSIONES

La producción de bivalvos en Colombia es una de las más bajas de América y procede casi exclusivamente de la pesca artesanal. Aunque varios bivalvos promisorios han sido cultivados experimentalmente, no se ha logrado masificar su producción por problemas de disponibilidad de semilla; planificación técnica y financiera; participación y productividad de las comunidades de pescadores involucradas y comercialización de los productos. Para que el cultivo de bivalvos deje de ser una utopía y se convierta en una apuesta de futuro para Colombia se requiere adelantar varias acciones: 1) Crear e implementar políticas y normatividad específicas en materia de uso y aprovechamiento del mar; acuicultura; ordenamiento territorial marino; calidad ambiental marina y vigilancia sanitaria de productos hidrobiológicos; 2) Formar personal en las áreas críticas para la producción masiva de bivalvos; 3) Aumentar y mejorar la infraestructura disponible para el cultivo, transformación y comercialización de bivalvos; 4) Incrementar la inversión para proyectos I+D+T y creación de empresas; 5) Mejorar la presentación y calidad sanitaria de los bivalvos así como promover su consumo; 6) Establecer alianzas nacionales e internacionales que permitan el intercambio de conocimiento, tecnología y productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, E.** 2002. Estado actual del conocimiento y riqueza de peces, crustáceos, decápodos, moluscos, equinodermos y corales escleractinios del Océano Pacífico colombiano. Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia.
- Arias, L.M., Frias, J.A., Daza, P., Rodríguez, H. y Dueñas, P.** 1995. El cultivo de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. En: Rodríguez, H., Polo, G. y Mora, O. (eds), INPA, Colombia, Serie Fundamentos 2. Bogotá: 153–208.
- Barliza, F. y Quintana, C.** 1992. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis de Pregrado, Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena. Santa Marta.
- Beltrán, C.S. y Villaneda, A.A.** 2000. Perfil de la pesca y la acuicultura en Colombia. Informe Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, subdirección de Investigaciones.
- Borrero, F.J.** 1982. Observaciones sobre la recolección de juveniles de “piangua” *Anadara* spp. y las condiciones oceanográficas en el área de Punta Soldado, Bahía de Buenaventura. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Colombia.
- Borrero, F.J.** 1995. Captación larval de invertebrados marinos en colectores artificiales: potencial para la acuacultura de moluscos bivalvos en la región de Santa Marta, Colombia. Informe final proyecto de investigación. Colombia.
- Borrero, F.J., Díaz, J.M. y Seczon, A.** 1996. Las ostras perlíferas (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe colombiano: Historia de su explotación, ecología y perspectivas para su aprovechamiento. *Serie de publicaciones especiales INVEMAR*, (1): 54.
- Caballero, Y.** 1999. Eficiencia de diferentes artes de cultivo para el crecimiento de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Röding, 1798, Bivalvia: Pteriidae) (Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano). Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-INVEMAR, Colombia.
- Caez, J. y Vélez, G.** 2000. Reproducción artificial y levante larval de la ostra del mangle *Crassostrea rhizophorae*. Tesis de Pregrado, Programa Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Cantera, J.** 1987. Acuicultura de moluscos en la Universidad del Valle. En: A. Hernández y J. Plata, eds. *Primera reunión de la Red Nacional de Acuicultura, Memorias*, págs. 105–109. Bogotá, Colombia.
- Cantera, J.** 1988. Experiencia sobre el cultivo de ostras en el Pacífico colombiano. *Boletín Red acuicultura*, (1): 8–9.
- Castellanos, C.** 1997. Fijación de postlarvas (semilla) de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano (segunda parte). Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-INVEMAR, Colombia.
- Castellanos-Montes, H., Borrero, F. y Urban, H.J.** 1997. Experimentos sobre la perlicultura de las ostras perlíferas *Pinctada imbricata* y *Pteria columbus* (Bivalvia: Pteriidae) del Caribe colombiano, región Santa Marta (11°15'34"N, 74°33'11"W). En: *VII Congreso Latino-americano sobre Ciências do mar, COLACMAR*, septiembre 22–26, Santos, Sao Paulo, Brasil.
- Contreras, R. y Cantera, J.** 1976. Notas sobre la ecología de los moluscos asociados al ecosistema manglar-costero en la costa del Pacífico colombiano. En: *Memorias Seminario sobre el Océano Pacífico sudamericano*, septiembre 1–5, Cali, Colombia.
- De la Roche, J.P., Marín, B., Freites, L. y Vélez, A.** 2002. Embryonic development and larval and post-larval growth of the tropical scallop *Nodipecten* (= *Lyropecten*) *nodosus* (L. 1758) (Mollusca: Pectinidae). *Aquaculture Res.*, (33): 819–827.
- Díaz, J.M. y Puyana, M.** 1994. Moluscos del Caribe Colombiano. Un Catálogo Ilustrado. COLCIENCIAS-Fundacion Natura-INVEMAR, Bogotá. Colombia.

- Díaz, J.M., Cantera, J. y Puyana, M. 1998. Estado actual del conocimiento en sistemática de moluscos marinos recientes de Colombia. *Boletín Ecotrópica: Ecosistemas tropicales*, (33): 15–37.
- FAO. 1971. Marine fisheries development Colombia: Oyster of the Ciénaga Grande de Santa Marta. SF/COL 22, Technical Report 1. Bogotá, Colombia.
- FAO. 2007. FAO Servicio de Información y Estadísticas de Pesca y Acuicultura. Producción de acuicultura 2005. Producción mundial de acuicultura por grupos de especies y capturas por grupos de especies. FAO anuario. Estadísticas de pesca. Producción de acuicultura. Vol. 100/2. Roma, FAO. 202p. (Trilingüe)
- García, C. 1997. Biología, ecología y aspectos de cultivo de la hacha *Pinna carnea* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia, Pinnidae) en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-INVEMAR, Colombia.
- Hernández-Rondón, K. 1999. Inducción al desove y desarrollo larval de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* Röding, 1798 (Bivalvia: Pteriidae). Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-INVEMAR, Colombia.
- INCODER. 2007. Sistema de información sectorial pesquero. *Boletín mensual*, 13.
- INVEMAR. 2003. Validación y desarrollo de un cultivo piloto de bivalvos en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Informe final: técnico y financiero.
- Keen, M. 1971. Sea shells of tropical best America marine mollusks from Baja California to Peru. Stanford, University Press. Stanford.
- Naranjo, L.S. 1982. Crecimiento y observaciones del bivalvo *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en Punta Soldado (Bahía de Buenaventura). Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Colombia.
- Ocampo, P. y Cantera, J. 1988. Moluscos asociados a los principales ecosistemas de la ensenada de Utria, Costa Pacífica colombiana. En: *Memorias VI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar*, diciembre 5–7, Bogotá, Colombia.
- Olave, E. 1985. Recolección de los primeros estados de moluscos en la Bahía de Buenaventura, con ayuda de colectores artificiales. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Colombia.
- Olsson, A. 1961. Mollusks of tropical eastern Pacific. Particularly from the southern half of the Panamic Pacific Faunal Province (Panama to Peru). Panamic-Pacific Pelecypoda. *Paleontological Res. Ins. Ithaca N.Y.* 574 p.
- Peláez, L. 1985. Ensayos sobre el cultivo de la ostra *Crassostrea columbiensis* en la ensenada de Tumaco. Tesis de Pregrado, Universidad del Valle, Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia. 2006. Servicio Nacional de Estadísticas. Boletín informativo, septiembre.
- Quayle, D.B. 1981. Ostras tropicales: Cultivos y métodos. Ottawa, Ont. CIID.
- Rivera, L.F. 1978. Experiencias en el cultivo de ostra *Crassostrea rhizophorae* en la Ciénaga Grande de Santa Marta y estudio preliminar en la dinámica de su población. INDERENA, Colombia.
- Rodríguez, H. 1985. Taxonomía, crecimiento y mercadeo de piangua *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el Pacífico colombiano. Tesis de pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Colombia.
- Rodríguez, H. y Lagos, A. 2000. Cultivo de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. *Colombia Ciencia y Tecnología*, (18): 17–20.
- Salazar, G. 1999. Situación de la acuicultura rural de pequeña escala en Colombia, importancia, perspectivas y estrategias para su desarrollo. *Red de Acuicultura Rural en Pequeña Escala. Taller ARPE, FAO-UCT, 09 al 12 Noviembre*.
- Squires, H.M, Barona, D. y Mora, O. 1972. Mangrove cockles, *Anadara* spp. (Mollusca: Bivalvia) of the Pacific coast of Colombia. *The Veliger*, (18): 57–68.
- Urban, H.J. 1999. Diagnóstico y evaluación de la factibilidad biológica, técnica y económica del cultivo experimental de bivalvos de interés comercial en el Caribe colombiano. Informe técnico final, Invemar, Santa Marta, Colombia.

- Uribe A.M.** 1996. Captación de postlarvas de moluscos bivalvos sobre colectores artificiales en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de pregrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia.
- Valero A.P. y Caballero, Y.** 2003. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones.
- Valero, A.P., Sánchez, S., García, C., Córdoba, A.J., De la Roche, J.P., Gómez, J., Castellanos, C., Torres, C., Rueda, M.E., Hernández, K.L., Bautista, R., Assmus J.P. y Caballero, Y.** 2000. Cultivo de bivalvos marinos en el Caribe colombiano: estado actual, potencial y perspectivas. *Colombia Ciencia y Tecnología*, (18): 10–16.
- Velasco, L.A.** 1996. Crecimiento y supervivencia de las ostras perlíferas, *Pinctada imbricata* y *Pteria cplymbus*, y de la hacha *Pinna carnea* en cultivo suspendido-Santa Marta, Colombia. Tesis de Pregrado, Facultad de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia.
- Velasco, L.A.** 2005. Desarrollo de la tecnología para la producción de pectínidos del Caribe colombiano. Informe final proyecto de Investigación, Universidad del Magdalena – COLCIENCIAS, Santa Marta, Colombia.
- Velasco, L.A.** 2006. Effect of microalgal concentration and water temperature on the physiology of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *J. Shellfish Res.*, (25): 823–831.
- Velasco, L.A. y Barros, J.M.** 2007. Potencial reproductive conditioning of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture*, (272): 767–773.
- Velasco, L.A. y Borrero, F.J.** 1996. Cultivo experimental de la ostra perlífera alada *Pteria colymbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el Caribe colombiano. En: A. Silva y G. Merino, eds. *Acuicultura en Latinoamérica, comunicaciones cortas*. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Coquimbo, 15 al 18 de Octubre de 1996.
- Velasco, L.A. y Borrero, F.J.** 2004. Captación de semilla y cultivo experimental del hacha *Pinna carnea* Gmelin, 1791 (Bivalvia: Pinnidae) en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. *Intropica*, (1): 75–83.
- Velasco, L.A. y Barros, J.M.** 2008. Experimental larval culture of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture Research*, (39): 603–618.
- Velasco, L.A. y Barros, J.M.** En prensa. Survival and growth of hatchery-produced postlarvae and spat of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture Research*.
- Velasco, L.A. y Barros, J.M. y Guerrero, A.** Growth and survival of the scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* under suspended culture conditions in Taganga Bay, colombian Caribbean. *Aquaculture* (en prensa).
- Velasco, L.A.** 2007. Energetic physiology of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* fed with different microalgal diets. *Aquaculture*, (270): 299–311.
- Velasco, L.A. y Vega, D.** 2005. Optimización de la técnica de reproducción artificial de la ostra del mangle *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828 en Colombia. Informe final proyecto de Investigación, Universidad del Magdalena – COLCIENCIAS, Santa Marta, Colombia.
- Velasco, L.A., Barros, J.M. y Acosta, E.** 2007. Spawning induction and early development of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture*, (266): 153–165.
- Wedler, E.** 1978. Cultivo de la ostra *Crassostrea rhizophorae* en la Ciénaga Grande de Santa Marta. En: *Memorias I Congreso Latinoamericano de Acuacultura*, México, 997–1004.
- Wedler, E.** 1980. Experimental spat collection and growing of the oyster, *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Aquaculture*, (21): 251–259.
- Wedler, E.** 1983. El cultivo de la ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae* Guilding. Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Tecnológica del Magdalena 3, Colombia.
- Wedler, E.** 1998. Introducción en la acuacultura con énfasis en los neotrópicos. Santa Marta, Colombia.

Wedler, E., Vélez, G., Giraldo, E. y Cruz, Y. 2003. Desarrollo de un programa de tecnologías como combinación entre producción pesquera y manejo ambiental en lagunas eutroficas. Informe final proyecto de Investigación, Universidad del Magdalena – COLCIENCIAS, Santa Marta, Colombia.

Yongue, C.M. 1953. Form and habit in *Pinna carneae* Gmelin. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Series B., Biol. Sci.*, (648): 335–374.