



XI CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA

TOMO I-II

Vigo, 24-28 Septiembre 2007



**XI CONGRESO
NACIONAL DE
ACUICULTURA**

«Cultivando el futuro»

LIBRO DE ACTAS

TOMO I-II

VIGO, 25-28 DE SEPTIEMBRE 2007



ORGANIZA:

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN MARIÑAS DE CORON
CONSELLERÍA DE PESCA E ASUNTOS MARÍTIMOS
XUNTA DE GALICIA**

EDITORES:

Antonio Cerviño Eiroa
Alejandro Guerra Díaz
Carmen Pérez Acosta

EDICION Y MAQUETACION

Antonio Cerviño Eiroa

IMPRIME

Gráficas Salnés, S.L.

DEPOSITO LEGAL: PO 639-2007

ISBN OBRA COMPLETA: 978-84-611-9085-0

ISBN TOMO I: 978-84-611-9086-7

PRESENTACION

Cuando en septiembre de 1993 Galicia entregó el relevo a otras Comunidades Autónomas para la organización de las futuras ediciones de los Congresos Nacionales de Acuicultura, no nos imaginábamos que la evolución de este evento tendría la proyección actual.

Para aquellos, que algún día creímos en la necesidad de organizar un encuentro de científicos, investigadores, sectores empresariales, productivos y responsables de las Administraciones, es una gran satisfacción que la XI Edición retorne a su tierra de origen y nos encontremos en la Ciudad de Vigo como sede del Congreso, ciudad que tiene una enorme importancia dentro del mundo de la Pesca.

Se constata que, desde la I Edición, el número de personas que se encuentran involucradas en la actividad acuícola, en cualquiera de sus facetas, es destacable. Son numerosos los grupos de investigación de centros públicos y privados, universidades y empresas que desde aquellos años iniciales, se han ido incorporado al mundo de la investigación. Ello lo demuestra el hecho de que, a pesar de innumerable reuniones de estas características que se celebran a lo largo del año, contemos con una numerosa presencia de comunicaciones en esta edición.

La Organización desea que las diferentes actividades desarrolladas a lo largo de estos cuatro días de Congreso genere numerosos contactos entre grupos de investigación y que se consoliden fructíferas colaboraciones de éstos con el sector empresarial y productivo. Es el propio lema del Congreso, “*Cultivando el futuro*”, el que nos invita a que los pilares de estas colaboraciones sean lo suficientemente sólidos como para caminar conjuntamente en la consecución de unos objetivos beneficiosos para todos.

La entrega de las Actas del Congreso a los congresistas con las ponencias y las comunicaciones escritas de los paneles presentados ha supuesto un gran esfuerzo que ha valido la pena. Ello ha sido posible gracias a la ayuda de los medios tecnológicos existentes en la actualidad, pero sobre todo a la colaboración de los autores de las comunicaciones, Comité Científico, evaluadores y miembros de la Organización.

Debo agradecer a la Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, de la Xunta de Galicia el haber asumido el compromiso de la Organización de este XI Congreso, a través del Centro de Investigaciones Mariñas de Corón. Igualmente mi gratitud a la Secretaría General de Pesca Marítima y a la Sociedad Española de Acuicultura, por su directa participación en la organización de este evento.

Finalmente deseamos que la estancia estos días en la Ciudad de Vigo y su entorno deje un buen recuerdo, como estoy seguro que dejó las otras cuatro ocasiones anteriores.

Antonio Cerviño Eiroa
Presidente del Comité Organizador

COMITE DE HONOR

Presidentes: SS.AA.RR. Los Príncipes de Asturias

- D. Emilio Pérez Touriño
Presidente de la Xunta
- Doña Elena Espinosa Mangana
Ministra de Agricultura, Pesca y Alimentación
- D. Abel Caballero Álvarez
Alcalde de la Ciudad de Vigo
- Doña Carmen Gallego Calvar
Conselleira de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia
- D. Juan Carlos Martín Fragueiro
Secretario General de Pesca Marítima. MAPA
- D. Juan Ignacio Gandarias Serrano
Director General de Estructuras y Mercados Pesqueros
- Doña Fátima Linares Cuerpo
Directora Xeral de Innovación e Desenvolvemento Pesqueiro.Xunta de Galicia
- D. Antonio García Elorriaga
Director Xeral de Recursos Mariños. Xunta de Galicia
- D. Jose Manuel López Rodríguez
Director Xeral de Estructuras e Mercados da Pesca.Xunta de Galicia
- D. Alberto Gago Rodríguez
Rector de la Universidad de Vigo
- D. Senén Barro Ameneiro
Rector de la Universidad de Santiago de Compostela
- D. José María Barja Pérez
Rector de la Universidad de A Coruña
- D. Julio Fernández Gayoso
Presidente de Caixanova
- D. Enrique Tortosa Martorell
Presidente/Director del IEO
- D. Carlos Martínez Alonso
Presidente/Director del CSIC

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente:

Antonio Cerviño Eiroa (CIMA. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

Vicepresidentes:

Paloma Carballo (Secretaría General de Pesca Marítima. MAPA)

Fernando de la Gándara (Sociedad Española de Acuicultura)

Secretario:

Alejandro Guerra Díaz (CIMA. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

Vocales:

Ignacio Arnal (Instituto Español de Oceanografía. Madrid)

Luz Arregui Maraver (ATRUGAL)

Daniel Beaz (Sociedad Española de Acuicultura)

Ricardo Beiras Garcia Sabell (Universidad de Vigo)

Santiago Cabaleiro (Cluster de Acuicultura. Aguiño. A Coruña)

José Daporta (Asociación Gallega de Depuradores)

Juana Delgado (Secretaría Gral Pesca. MAPA)

Ramón Dios Suárez (Consello Regulador de Mexillón de Galicia)

Juan Espinosa de los Monteros (Observatorio de Acuicultura)

Mª José Fernández Reiriz (Instituto Investigaciones Marinas. Vigo)

Alberto González Garcés (CETMAR)

Fernando González Laxe (Universidad de A Coruña)

José Iglesias Estévez (I.E.O. Vigo)

Evaristo Lareo Viñas (Federación Cofradías de Galicia)

Lino Lema Bouzas (D. X. de Inv. e Desenv. Pesqueiro. Cons. Pesca e Asuntos Marítimos)

Javier Ojeda González-Posada (APROMAR)

Juan Otero Llovo (D. X. Recursos Mariños. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos)

Carmen Pérez Acosta (CIMA. Conse. de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

Antonio Rodríguez (Dir. Xeral Estructuras. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos)

José Manuel Romarís (INTECMAR. Vilaxoan)

Oscar García (Instituto de Acuicultura. Universidad de Santiago)

Andrés Santiago Pereira (Delegación Pesca. Junta de Andalucía. Cádiz)

Fernando Sanz (Skretting)

Manuel Varela Lafuente (Universidad de Vigo)

Juan Manuel Vieites (ANFACO)

COMITÉ EJECUTIVO

Antonio Cerviño Eiroa (Centro de Investigacións Mariñas. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

Alejandro Guerra Díaz (Centro de Investigacións Mariñas. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

José Iglesias Estévez (I.E.O. Vigo)

Juan Otero Llovo (D. X. Recursos Mariños. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos)

Carmen Pérez Acosta (Centro de Investigacións Mariñas. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

COMITÉ CIENTÍFICO

Co-Presidentes:

Fernando de la Gándara (SOC. ESPAÑOLA ACUICULTURA)

José Iglesias Estévez (IEO. CC. VIGO)

Secretaria:

Carmen Pérez Acosta (CIMA. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia)

Vocales:

Francisco Amat (I.A.Torre la Sal. Castellón. CSIC)

Javier Arán (Isidro de la Cal)

Fabiola Arévalo (INTECMAR.Galicia)

Juan Barja (Univ. Santiago de Compostela)

Antonio Belmonte (Asoc.Nacnal. Acuic. Atún Rojo)

Susana Darriba Couñago (INTECMAR. Galicia)

José M. Fuentes (Centro de Investigación Mariñas)

Benjamín García (IMIDA.Murcia)

José Iglesias Estévez (I.E.O. Vigo)

Miguel Jover (Univ.Politecnica de Valencia)

Angeles Longa (Cons.Reg.Mexillón Galicia)

Luis Maria Lubián (Inst. Ciencias Marinas Andalucía)

Ladislado Luna Sotorrio (Univ.Cantabria)

Carlos Mariño (IGAFA.CPAM.Xunta de Galicia)

Isabel Márquez (Lab.Agropecuario. Oviedo)

Dorotea Martínez Patiño (CIMA. Ribadeo.CPAM.Xunta)

Paulino Martínez Portela (Univ. Santiago)

Josefina Mendez Felpeto (Universidad da Coruña)

Mercedes Olmedo (Ins. Español de Oceanografía)

Alejandro Pérez Camacho (I.E.O. Centro Costero A Coruña)

Jose L. Rodriguez Villanueva (IGAFA.CPAM.Xunta)

Abelardo Royo (CIFAP A.del Pino. J.Andalucia)

Juan Manuel Salinas (IEO. Santander)

Eladio Santaella (IEO. Madrid)

Antonio Villalba (Centro de Investigación Mariñas)

COORDINADORES SESIONES TEMÁTICAS

Diversificación. Javier Ojeda (*Apromar*)

Socio-economía.Manuel Varela (*Cetmar*)

Acuicultura Continental.Isabel Márquez (*SERIDA*)

Salud y Bienestar Animal. Juan Luis Barja (*Univ.de Santiago*)

Cultivo de Moluscos. Alejandro Pérez Camacho (*IEO - A Coruña*)

Genética y Reproducción. Paulino Martínez Portela (*Universidad Santiago - Campus de Lugo*)

Nutrición animal. Javier Arán (*Grupo Isidro de la Cal*)

Ingeniería y nuevas tecnologías. Daniel Beaz (*SEA*)

Interacción Acuicultura - Medio ambiente. Rosa Chapela (*Cetmar*)

Mejillón y biotoxinas. Juan Blanco (*CIMA*)

Soluciones al cultivo de ostra. Antonio Villalba. (*CIMA*)

Proyectos Investigación-Empresa. Javier Ponce (*CDTI*)

Espáridos y peces planos. Benjamín García (*IMIDA, Murcia*)

Marisqueo. José Molares(*CIMA*)

Formación y cooperación internacional. José Luis Rodríguez Vilanueva (*IGAFA*)

EVALUADORES EXTERNOS

Abellán Martínez, Emilia. IEO-Murcia.
Abollo Rodríguez, Elvira. CIMA
Aguado Giménez, Felipe. IMIDA, C.A. de la Región de Murcia.
Aliaga García, Valentín.
Almansa , Eduardo. IEO- Tenerife.
Anguís Climent, Victoria. Centro « El Toruño» IFAPA.
Bouza Fernández, Carmen. Universidad de Santiago.Campus de Lugo.
Cal Rodríguez, Rosa Mª. IEO-Vigo.
Castro Alberto, Jaime.
Cejas Pulido, Juana. IEO-Canarias.
Cerdá Luque, Joan.
Cerezo Valverde, Jesús. IMIDA, C.A. de la Región de Murcia.
Cerviño Otero, Ana. Centro Cultivos Marinos de Ribadeo. Xunta de Galicia.
Chereguini, Olvido. IEO-Santander.
Cremades Ugarte, Javier. Universidad de A Coruña
da Costa González, Fiz. Centro Cultivos Marinos de Ribadeo. Xunta de Galicia.
del Cerro Arrieta, Ana. Laboratorio del SERIDA - Sanidad Animal. Asturias.
Estévez Toranzo, Alicia. Universidad de Santiago.
Estevez, Alicia. IEO-Murcia.
Fernández López, Carlos.
Fernández Souto, Bernardo.
Fuentes Moledo, Lidia. IEO-Vigo.
García Alcázar, Alicia. IEO-Murcia.
García García, Benjamín. IMIDA, C.A. de la Región de Murcia.
Gómez Pardo, Belén.
Gutiérrez Ortega, José Miguel. TAXON Estudios Ambientales, S.L.
Hermida Prieto, Miguel.
Hernández Llorente, María Dolores. IMIDA, C.A. de la Región de Murcia.
Jerez, Salvador. IEO-Tenerife.
Llera González, Eva María. Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias.
López Romalde, Jesús. Universidad de Santiago.
Martínez Llorens, Silvia.
Muzquiz Moracho, José Luis. Universidad de Zaragoza
Navarro, Juan Carlos. Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, CSIC.
Novoa Vázquez, Susana. Centro Cultivos Marinos de Ribadeo. Xunta de Galicia.
Ojea Martínez, Justa. Centro Cultivos Marinos de Ribadeo. Xunta de Galicia.
Ortega García, Aurelio. IEO-Murcia.
Otero Pinzás, Juan José. IEO-Vigo.
Padrós, Francesc. Universidad Autónoma de Barcelona.
Peleteiro Alonso, José Benito. IEO-Vigo.
Pérez Benavente, Gonzalo. IGAFSA. Consellería de Pesca. Xunta de Galicia.
Perez Igualada, Luz.
Periago, Maria Jesús. Universidad de Murcia.
Planas Oliver, Miquel. Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC.
Prado Plana, Susana. Universidad de Santiago.
Rey Méndez, Manuel. Universidad de Santiago.
Rodríguez Moscoso, Eugenia. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia.
Rotllant, Guiomar. IRTA.



Ruiz Azcona, Paz. Centro «Aguas del Pino» IFAPA .
Ruiz-Zarzuela, Imanol.
Sánchez Conde, Javier. IEO-Vigo.
Sanmartín Durán, Manuel. Universidad de Santiago.
Seixas, Pedro. Univ. Santiago.
Soengas, José Luis. Universidad de Vigo.
Tomás Vidal, Ana. Universidad Politécnica de Valencia.
Vilas Peteiro, Román.
Viñas Díaz, Ana María.
Zarza, Carlos.

PONENCIAS Y PANELES SESIONES TEMÁTICAS

ACUICULTURA CONTINENTAL

FORMACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

MEJILLÓN Y BIOTOXINAS

GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN

INTERACCIÓN ACUICULTURA-MEDIO AMBIENTE

CULTIVO DE MOLUSCOS

DIVERSIFICACIÓN

SOCIO-ECONOMÍA

MARISQUEO

SALUD Y BIENESTAR ANIMAL

NUTRICIÓN ANIMAL

PROYECTOS INVESTIGACIÓN-EMPRESA

ESPÁRIDOS Y PECES PLANOS

SOLUCIONES AL CULTIVO DE LA OSTRA

INGENIERÍA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Crecimiento comparativo de juveniles de la oreja de mar (*Haliotis tuberculata coccinea*) alimentados con macroalgas cultivadas en agua de mar y en efluentes de cultivos marinos

M.P. Viera^{*1}, J. L. Gómez Pinchetti², G. Courtois de Vicose¹, A. Bilbao¹ y M.S. Izquierdo¹

¹ Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA, ICCM&IUSA). P.O. Box 56. 35200. Telde, Las Palmas. Islas Canarias. España. e-mail: mapi@iccm.rcanaria.es

² Grupo de Alología Aplicada. Centro de Biotecnología Marina, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Muelle de Taliarte s/n, 35214 Telde, Las Palmas. Islas Canarias. España.

Resumen

Juveniles de oreja de mar fueron alimentados durante tres meses con 8 dietas macroalgales: 3 dietas monoalgales y una mixta, producidas con agua de mar (U; H; G; M), y los mismos 4 tratamientos producidos en efluentes de cultivos marinos (UN; HN; GN; MN). Se comparó el valor nutricional de los tratamientos, mediante el análisis de la composición nutricional y el contenido calórico de las algas y su relación con la supervivencia, el crecimiento de los animales y el consumo de alimento. El cultivo de las algas en efluentes marinos aumentó su contenido en proteínas de 11,3-16,6% hasta 29,3-33,86%. De forma general, todas las algas producidas en los biofiltros mostraron un valor dietético significativamente mayor que las producidas en agua de mar. Los animales alimentados con la dieta mixta (MN), tuvieron un elevado crecimiento en talla y peso ($151 \pm 3,9 \mu\text{m día}^{-1}$ y $560,8 \pm 7,1 \%$), siendo significativamente mayor que el del resto de los ejemplares experimentales.

Abstract

Comparative performances of juvenile abalone (*Haliotis tuberculata coccinea*) fed on enriched and non enriched macroalgae

A 12-weeks feeding trial was conducted to assess the suitability of 8 macroalgae diets for juvenile abalone. 4 treatments, 3 of monospecific macroalgae and a mix one, were reared in fresh seawater (U; H; G; M) and the same 4 other ones were produced out of fishpond waste water effluents (UN; HN; GN; MN). This study examined the nutritional value of the algal diets for juvenile abalone, *H. tuberculata coccinea*, by measuring biochemical composition and energy content of the algae and relating this to survival, growth performance and feed utilization by the animals. Seaweeds reared in fishpond waste water effluents increased their protein content from 11,3-16,6% to 29,3-33,8%. Generally the biofilter produced macroalgae showed a significantly higher dietary value compared to the ones produced in fresh seawater. Animal fed on the mixed macroalgae diet (MN) presented a significantly higher growth performance, length ($151 \pm 3,9 \mu\text{m day}^{-1}$) and weight ($560,8 \pm 7,1 \%$) wise, compared to the rest of the experimental specimens.

Introducción

La oreja de mar *Haliotis tuberculata* spp. R., cuya población natural es muy escasa debido a la sobreexplotación a la que ha sido sometida tradicionalmente en las islas, es una de las especies con mayor potencial como nuevo producto para la acuicultura en Canarias. En la naturaleza este gasterópodo herbívoro consume diferentes macroalgas, obteniendo sus requerimientos nutritivos a partir de una combinación entre ellas, pudiendo consumir alimento a una tasa cercana al 35% de su peso al día (Tahil y Juinio-Menez, 1999). La escasez de algas en las aguas del Archipiélago, hace que, para la producción comercial de este molusco, sea necesario buscar un método alternativo a la obtención de algas del medio natural. El cultivo de macroalgas puede realizarse a partir del efluente, rico en nitrógeno, resultante de la producción intensiva de peces, crustáceos e incluso moluscos, de este modo, la biomasa producida supone un

producto añadido, que puede a su vez servir de alimento para el cultivo de otros mariscos (Schuenhoff *et al.*, 2003; Neori *et al.*, 2004). Se diseñó el presente estudio con el fin de evaluar la potencialidad de varias macroalgas, enriquecidas y sin enriquecer, como alimento para el cultivo de *H. tuberculata coccinea*.

Material y Métodos

Cultivo de las algas

Las macroalgas *Gracilaria cornea* J. Agardh, *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützinger y *Ulva rigida* J. Agardh fueron cultivadas en las instalaciones de el Centro de Algología Aplicada, Centro de Biotecnología Marina (ULPGC). El cultivo de las algas experimentales se realizó de dos formas distintas, en agua de mar y en efluente de cultivos. Este último se realizó en un sistema abierto consistente en dos tanques de cultivo intensivo de peces (*Sparus aurata*) y tanques de biofiltración de macroalgas (semicirculares: 1.8 m² y 0.75 m³ y aireación desde el fondo). La tasa de renovación fue de 4 vol día⁻¹ y TAN (amonio nitrógeno total) de entrada a los tanques de biofiltros rondó entre los 10 y 400 µM

Abalones y condiciones de cultivo

Tabla I. Tratamientos experimentales para alimentar los juveniles de *H. tuberculata coccinea* L.

ALGA	<i>Ulva rigida</i>	<i>Hypnea spinella</i>	<i>Gracilaria cornea</i>	Dieta Mixta	<i>U. rigida</i> enriquecida	<i>H. spinella</i> enriquecida	<i>G. cornea</i> enriquecida	Dieta Mixta enriquecida
Abreviaturas	U	H	G	M	UN	HN	GN	MN

Los ejemplares utilizados para el experimento fueron producidos en la nave de cultivos del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM). Se seleccionaron un total de 600 juveniles (25/réplica) con un promedio de longitud de concha y de peso de 12.5 ± 1.6 mm y 0.27 ± 0.18 g. respectivamente y se asignaron a cada unidad experimental. El experimento se llevó a cabo por triplicado durante 12 semanas. La temperatura osciló entre 23.9 y 25.4 °C y el fotoperíodo fue de aproximadamente 12 h L / 12 h D.

Crecimiento

Cada cuatro semanas, se midió la longitud de concha total (SL) y el peso húmedo total (TWBW) de todos los animales. La alimentación fue a saciedad una vez por semana. Al final del experimento se calcularon los siguientes índices:

$$\text{Tasa de crecimiento de la concha} = (L_2 - L_1) / \text{días de cultivo} \times 1000$$

$$\text{Tasa de crecimiento específico, SGR} = (\ln W_2 - \ln W_1) / t \times 100$$

$$\text{Peso ganado (\%)} = ((W_2 - W_1) / W_1) \times 100$$

$$\text{Tasa de conversión del alimento} = \text{comida total consumida (g peso húmedo)} / \text{peso total ganado (g peso húmedo)}$$

$$\text{Índice de condición (\%)} = (\text{SFBW} / \text{TWBW}) / x \times 100$$

Donde L_1 es el talla media inicial de los animales; L_2 , la talla media final; $\ln W_2$, el logaritmo neperiano del peso al tiempo t (días de cultivo), $\ln W_1$, el logaritmo neperiano del peso inicial y SFBW, el peso del animal sin concha.

Análisis nutricional

Se analizó por triplicado la composición nutricional las algas. La humedad se determinó mediante el secado de las muestras a 110°C durante 24 h. El contenido en cenizas mediante

la incineración de las muestras en una estufa mufla a 600°C durante 24 h. Las proteínas se analizaron mediante el método kjejdal. Los lípidos totales fueron extraídos con una mezcla cloroformo-metanol (2:1) según el método descrito por Folch *et al.*, (1957).

Resultados

Tabla II. Composición proximal y contenido calórico de las ocho dietas macroalgales (g/100 g DW) (Media \pm SD.).

	U	H	G	M	UN	HN	GN	MN
Lípidos (%)	3,7 \pm 1,16	1,39 \pm 0,56	6,03 \pm 4,48	3,71 \pm 1,69	4,53 \pm 0,94	7,06 \pm 3,39	6,72 \pm 3,47	6,1 \pm 2,6
Proteínas (%)	16,63 \pm 3,85	13,2 \pm 1,97	11,28 \pm 1,22	13,7 \pm 2,34	33,76 \pm 0,15	33,09 \pm 7,28	29,35 \pm 1,26	32,06 \pm 2,8
Cenizas (%)	26,31 \pm 7,67	19,99 \pm 10,1	24,79 \pm 4,48	23,7 \pm 7,4	21,88 \pm 7,21	20,89 \pm 3,3	32,1 \pm 8,72	24,95 \pm 6,41
Carbohidratos (%)	53,36 \pm 12,67	65,37 \pm 11,59	57,91 \pm 10,18	58,8 \pm 11,48	39,85 \pm 8,00	39,23 \pm 13,6	31,75 \pm 13,58	36,94 \pm 11,73
Humedad (%)	82,09 \pm 0,77	84,24 \pm 0,98	83,89 \pm 1,81	83,41 \pm 0,02	82,04 \pm 0,34	82,98 \pm 2,91	84,94 \pm 0,59	83,32 \pm 0,89
EB (Kcal g ⁻¹)	3,50	3,55	3,60	3,50	3,90	4,10	3,60	3,90
Proteína : energía	47,5	37,7	31,4	39,1	86,6	80,	81,5	82,2

Tabla III. Supervivencia, crecimiento y utilización del alimento de los juveniles de *H. tuberculata coccinea* alimentados con las algas experimentales durante 12 semanas en condiciones de cultivo

Dietas macroalgales

Variables	U	H	G	M	UN	HN	GN	MN
Talla inicial (mm)	12,6 \pm 1,6	12,5 \pm 1,6	12,6 \pm 1,6	12,5 \pm 1,6	12,5 \pm 1,5	12,6 \pm 1,6	12,5 \pm 1,6	12,5 \pm 1,5
Talla final (mm)	19 \pm 3 ^d	19,3 \pm 2,1 ^c	14,3 \pm 1,7 ^f	22,3 \pm 3,5 ^b	21,6 \pm 2,3 ^c	20,1 \pm 1,9 ^d	14,4 \pm 1,8 ^f	25,1 \pm 2,6 ^a
Crecimiento (l m día ⁻¹)	77,7 \pm 3,2 ^c	81,9 \pm 7,8 ^c	20,8 \pm 0,8 ^d	118,4 \pm 7,9 ^b	110,1 \pm 0,8 ^b	90,5 \pm 8,4 ^c	23,0 \pm 1,2 ^d	150,9 \pm 3,9 ^a
SGR	1,4 \pm 0,1 ^b	1,4 \pm 0,2 ^b	0,05 \pm 0,0 ^c	1,9 \pm 0,1 ^b	1,8 \pm 0,1 ^b	1,4 \pm 0,02 ^b	0,2 \pm 0,1 ^c	2,37 \pm 0,1 ^a
Peso inicial (g)	0,2 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,9	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,9
Peso final (g)	0,9 \pm 0,3 ^c	0,8 \pm 0,38 ^c	0,3 \pm 0,1 ^d	1,4 \pm 0,6 ^b	1,2 \pm 0,4 ^b	0,9 \pm 0,3 ^c	0,3 \pm 0,1 ^d	1,8 \pm 0,6 ^a
Peso ganado (%)	226,3 \pm 21,4 ^c	227,1 \pm 50,0 ^c	4,4 \pm 0,3 ^c	395,8 \pm 25,8 ^b	340,3 \pm 21,4 ^b	215,3 \pm 5,0 ^c	22,4 \pm 6,8 ^d	560,8 \pm 7,1 ^a
Consumo (mg abalón ⁻¹ día ⁻¹)	63,5 \pm 2,5 ^d	147,4 \pm 10,0 ^b	31,8 \pm 2,5 ^c	168,7 \pm 18,3 ^{ab}	81,0 \pm 0,8 ^c	173,7 \pm 17,1 ^{ab}	35,4 \pm 0,1 ^c	189,9 \pm 5,0 ^a
FCR	9,0 \pm 0,5 ^c	21,0 \pm 2,8 ^c	188,1 \pm 8,9 ^b	12,9 \pm 0,6 ^d	6,8 \pm 0,3 ^f	22,4 \pm 0,4 ^c	57,1 \pm 6,0 ^b	10,1 \pm 0,2 ^e
IC (%)	73,8 \pm 3,8	73,6 \pm 6,9	70,2 \pm 4,5	75,3 \pm 2,9	76,8 \pm 1,6	73,6 \pm 2,9	70,0 \pm 4,0	76,68 \pm 1,4
Supervivencia (%)	93,3 ^{ab}	100 ^a	85,3 ^b	97,3 ^a	93,7 ^{ab}	96 ^{ab}	92 ^{ab}	98,7 ^a

Discusión

La composición nutricional de las algas analizadas se encuentra en el rango de valores de otras comúnmente utilizadas como alimento para el abalón (Jackson *et al.*, 2001). El aumento en proteínas de las macroalgas cultivadas en los biofiltros, concuerda con lo obtenido por otros autores (Shpigel *et al.*, 1999; Boarder y Shpigel, 2001; Viera *et al.*, 2005). Dicha cantidad de proteínas serían suficientes para satisfacer el requerimiento de proteínas descrito para otras especies de *Haliotis* (Mai *et al.*, 1995b). Las tasas de crecimiento de las algas sin enriquecer (20-118 $\mu\text{m día}^{-1}$) fueron inferiores a los valores obtenidos con las enriquecidas (110-151 $\mu\text{m día}^{-1}$), lo que concuerda con lo obtenido por otros autores para *H. tuberculata* (Neori *et al.*, 1998; Shpigel *et al.*, 1999), *H. discus hannai* (Corazani y Illanes, 1998; Shpigel *et al.*, 1999), *H. roei* (Boarder y Shpigel, 2001) y *H. tuberculata coccinea* (Viera *et al.*, 2005). A excepción de *G.*

cornea (20-23 $\mu\text{m día}^{-1}$) los valores obtenidos fueron superiores a los de otros autores (50-100 $\mu\text{m día}^{-1}$; Viana *et al.*, 2000; Gómez-Montes *et al.*, 2003). El pobre rendimiento obtenido por los ejemplares alimentados con *G. cornea* puede deberse al bajo consumo registrado (32-35 mg abalon $^{-1}\text{día}^{-1}$), debido probablemente a la mayor dureza de este alga (Viera *et al.*, 2005). Exceptuando la macroalga *G. cornea*, este estudio sugiere la viabilidad de usar las microalgas ensayadas, ya que su composición nutricional es similar a la de otras algas usadas como alimento para el abalón y son capaces de procurar altas tasas de crecimiento y supervivencia. De forma general, todas las algas producidas en los biofiltros mostraron un valor dietético significativamente mayor que las producidas en agua de mar. Sin embargo, basándonos en el crecimiento, la tasa de conversión alimenticia la dieta mixta de las algas producidas en los biofiltros (MN) fue la que mostró un mayor valor dietético como alimento para los ejemplares de *H. tuberculata coccinea*.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto JACUMAR (Oreja de mar) y ha sido parcialmente financiado por el FEDER dentro del Programa INTERREG IIIB

Bibliografía

- Boarder, S.J. y M. Shpigel. 2001. Comparative performances of juvenile *Haliotis roei* fed on enriched *Ulva rigida* and various artificial diets. *J. Shellfish Res.* 20 (2): 653-657.
- Corazani, D. y J.E. Illanes. 1998. Growth of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino 1953 and *Haliotis rufescens* Swainson 1822, fed with different diets. *J. Shellfish Res.* 17 (3): 663-666.
- Folch, J., M. Lees y G.H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226: 479-509.
- Gómez-Montes, L., Z. García-Esquivel, L.R. D'Abramo, A. Shimada, C. Vásquez-Peláez y M.T. Viana. 2003. Effect of dietary protein:energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*. *Aquaculture* 220: 769-780.
- Jackson, D., K.C. Williams y B.M. Degnan. 2001. Suitability of Australian formulated diets for aquaculture of the tropical abalone *Haliotis asinina* Linnaeus. *J. Shellfish Res.* 20: 627-636.
- Mai, K., J.P. Mercer y J. Donlon. 1995b. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. *Aquaculture* 136: 165-180.
- Neori, A., N.L.C. Ragg y M. Shpigel. 1998. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based systems: II. Performance and nitrogen partitioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system. *Aquacultural Engineering.* 17(4): 215-239.
- Neori, A., T. Chopin, M. Troell, A.H. Buschmann, G.P. Kraemer, C. Halling, M. Shpigel y C. Yarish. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361-391
- Schuenhoff, A., M. Shpigel, I. Lupatsch, A. Ashkenazi, F.E. Msuya, y A. Neori. 2003. A semi-recirculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. *Aquaculture* 221: 167-181.
- Shpigel, M., N.C. Ragg, I. Lupatsch y A. Neori. 1999. Protein content determines the nutritional value of the seaweed *Ulva lactuca* for the abalone *Haliotis tuberculata* and *H. discus hannai*. *J. Shellfish Res.* 18: 227-223.
- Tahil, A.S. y M.A. Juinio-Menez. 1999. Natural diet, feeding periodicity and functional response to food density of the abalone, *Haliotis asinina* L., (Gastropoda). *Aquaculture Research* 30: 95-107.
- Viana, M.T., P. Jarayabhand y P. Menasveta. 2000. Evaluation of an artificial diet for use in the culture of the tropical abalone *Haliotis ovina*. *J. Aquac. Trop.* 15: 71-79
- Viera, M.P., J.L. Pinchetti, G. Courtois, A. Bilbao, S. Suárez, R.J. Haroun y M.S. Izquierdo. 2005a. Suitability of three red macroalgae as feed for the abalone *Haliotis tuberculata coccinea* Reeve. *Aquaculture* 248:75-82.