

IV FORUM IBEROAMERICANO DE LOS RECURSOS
MARINOS Y DE LA AGUACULTURA

IV FIRMA PORTUGAL 2011

27_29/10/2011 VIANA DO CASTELO



IV FORUM IBEROAMERICANO DE LOS RECURSOS
MARINOS Y DE LA AGUACULTURA

IV FIRMA PORTUGAL 2011

27_29/10/2011 VIANA DO CASTELO



Organización



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo



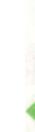
Associação de Municípios
do Alto Minho



Ciiimar
Centro Interdisciplinar
de Investigações em
Pesquisa e Inovação



Skyros
congestores



Firma

Apoio



Co-financiamento



ON.2
O NOVO NORTE
REGIONAL DO NORTE



UNIVERSIDADE
DE VIANA DO CASTELO



UNIVERSIDADE
DE VIANA DO CASTELO



UNIVERSIDADE
DE VIANA DO CASTELO



UNIVERSIDADE
DE VIANA DO CASTELO



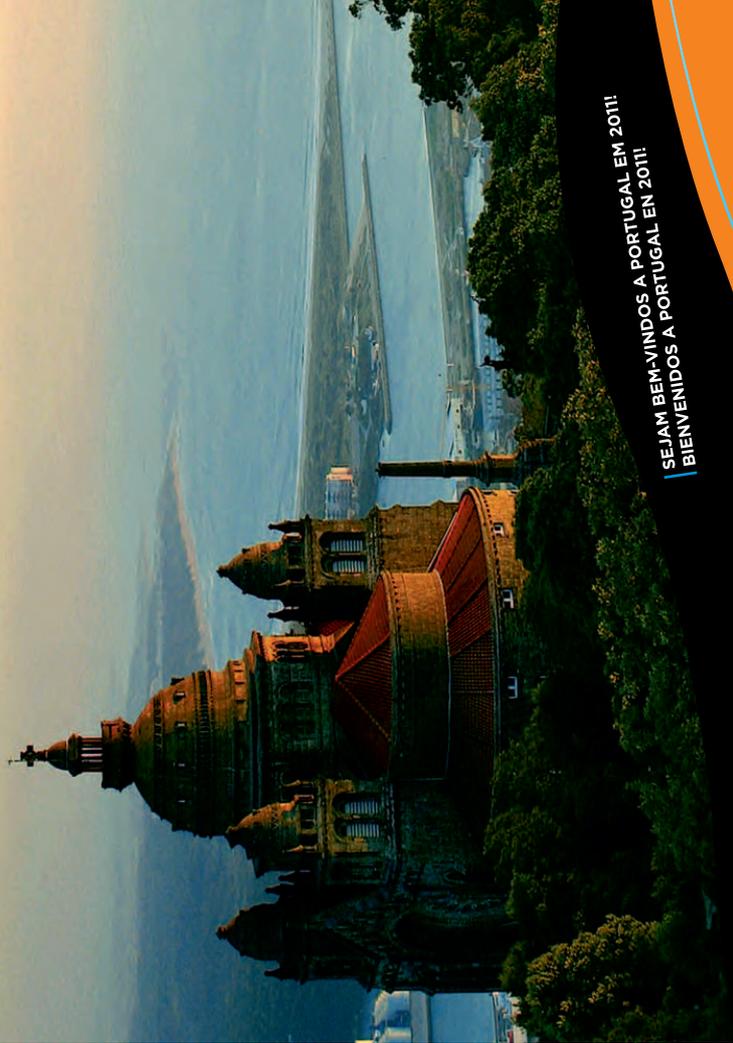
IV FORUM IBEROAMERICANO DE LOS RECURSOS
MARINOS Y DE LA AGUACULTURA

IV FIRMA PORTUGAL 2011

27_29/10/2011 VIANA DO CASTELO

DESIGN: GCI - Gabinete de Comunicação e Imagem - IPVC

SEJAM BEM-VINDOS A PORTUGAL EM 2011!
BIENVENIDOS A PORTUGAL EN 2011!



IV Fórum Ibero-Americano dos Recursos Marinhos e da Aquacultura

Viana do Castelo, Portugal 26 a 28 outubro de 2011

Este livro deve ser citado da seguinte forma:

Todo o livro:

Vaz Velho M., Fernandes Seixas P., Lodeiros C., González N., Rey-Méndez M. 2012. *IV Foro Iberoamericano de Recursos Marinos y de Acuicultura*. Edit. Asociación Cultural Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas, Santiago de Compostela, A Coruña, España. 468 pp.

Para um trabalho em especial (exemplo):

Moreira F., Pinheiro R., Carvalho D. 2012. A aplicabilidade dos princípios do *Toyota Production System* na indústria conserveira. *IV Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.*:135-144.

Composição: Libromar Ediciones y Gestión S.L.

Composição da cobertura:

Dep. Legal Libro: C2177-2012

ISBN Libro: 978-84695-6332-8

Amino acid research in marine fish larvae and juveniles: applications to aquaculture	
Aragão C., Pinto W., Costas B., Dinis M.T., Conceição L.E.C.	145
Avaliação da virulência de duas estirpes de <i>Tenacibaculum maritimum</i> por métodos <i>in vitro</i>	
Simões I., Costas B., Marques J.F., Castro-Cunha M., Afonso A.	147
Características morfológicas de los huevos y las larvas de la merluza europea (<i>Merluccius merluccius</i> L.)	
Sánchez F.J., Otero J.J., Cal R.M., Lago M.J., Gómez C., Iglesias J.	155
Comparación del crecimiento de <i>Isochrysis aff. galbana</i> clon T-ISO en distintos modelos de fotobiorreactor	
Cortina-Burgueño A., Nascimento P., Freire I., Acién F.G., Otero A.	163
Conservação de refeições à base de peixe em atmosfera modificada	
Araújo A., Barbosa C., Alves M.R.	171
Constructed Wetlands for freshwater and saline aquaculture wastewater treatment: a microcosm experience	
Jesus J.M., Borges M.T., Calheiros C., Castro P.M.L.	179
Consumo de água e geração de resíduos na preparação de corvina (<i>Argyrosomus regius</i>)	
Lourenço M.S., Nunes M.L., Costa S.R.R., Xavier L.S., Peixoto J.A.A., Chaguri M.P., Sant'Ana L.S.	187
Crecimiento de <i>Anemonia viridis</i> (Forskål, 1775) en el efluente de una piscifactoría	
Guerrero S., Domínguez J., Cremades J., Ancosmede C.	197
Crecimiento del mejillón <i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758), cultivado junto a una piscifactoría en Gran Canaria (Islas Canarias)	
Pérez Y., Bilbao A., Pavón N., Rey-Méndez M., Ruiz M., Louzara G., González N.	203
Dietary probiotics supplementation on growth performance and immune responses in rainbow trout	
Ramos M.A., Gonçalves J.F, Costas B., Batista S., Marujo V., Ramos B., Rema P., Ozório R.	215
Dissolved CO₂ monitoring in aquaculture: from indirect methods to fiber optic sensors	
Borges M.T., Jesus J.M., Domingues J.M., Jorge P.A.S., Pereira C.M.	223

Crecimiento del mejillón *Perna perna* (Linnaeus, 1758), cultivado junto a una piscifactoría en Gran Canaria (Islas Canarias)

Pérez^{1*} Y., Bilbao¹ A., Pavón¹ N., Rey-Méndez² M., Ruiz³ M., Louzara³ G., González⁴ N.

¹Gestión del Medio Rural de Canarias, S.A.U. C/Subida a El Mayorazgo nº 24 portal B Planta 2 Pol. Ind. El Mayorazgo 38110 Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, Islas Canarias) España.

*E-mail: yeraypg@gmrcanarias.com

²Departamento de Bioquímica e Biología Molecular. Edificio CIBUS. Campus VIDA. Universidad de Santiago de Compostela. C.P. 15706 Santiago de Compostela, Galicia, España.

³ECOS, Estudios Ambientales y Oceanografía s.l. C/ Alfred Nobel,31B. Los Tarahales, C.P. 35013. Las Palmas de Gran Canaria (Gran Canaria, Islas Canarias), España.

⁴Instituto Canario de Ciencias Marinas. Ctra. de Taliarte s/n 35200 Telde. (Gran Canaria, Islas Canarias) España.

Resumen

La acuicultura multitrófica integrada (IMTA), introduce co-cultivos de organismos de niveles tróficos menores (e.g.: los mejillones), con el objeto de minimizar los desechos del cultivo de peces en el medioambiente adyacente, mediante la conversión de éstos en biomasa corporal cosechable; y potencialmente, incrementando los beneficios económicos. Para comprobar la eficacia del mejillón *Perna perna*, en este contexto, se evaluó su crecimiento en un *long line* dispuesto junto a una piscifactoría (mar abierto; especie cultivada: lubina, *Dicentrarchus labrax*; Linnaeus, 1758), en Salinetas (este de Gran Canaria, Islas Canarias). Se sembraron 9 cuerdas con mejillones (junio de 2010) de longitud total media (LT): 24,7 mm (DE: 5,4). Estas unidades fueron situadas en tres grupos, cada uno con mejillones a 2, 4 y 6 m de profundidad. Se muestreo bimestralmente y se cosechó en septiembre 2011. Se empleó

estadística descriptiva para la LT, el peso fresco entero y cerrado (PFE) y el peso fresco de vianda (PFV). Con la masa seca de vianda y concha, se estimó el índice de condición. Se empleó un ANOVA y ANCOVA para determinar si hay un incremento significativo de la LT durante el cultivo, y observar la influencia de la profundidad y LT, en el crecimiento del PFV. Como control se empleó la comparación gráfica, con estudios de la población natural de Fuerteventura (Islas Canarias) y otros países. Se verificó un incremento medio significativo, en LT (tasa: $3,60 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$) y en PFV ($0,42 \text{ g} \cdot \text{mes}^{-1}$); cuyas cifras medias alcanzaron 84,39 mm (DE: 8,03) y 8,87 g (DE: 2,11), consideradas como comerciales. No se hallaron diferencias entre profundidades. El índice de condición alcanzó el valor medio máximo de 9,0% (DE: 1,3). PFV medio (según la LT) en Salinetas se aproximó al valor medio de la población natural de Fuerteventura. En cuanto al PFE, se alcanzaron valores medios (LT idéntica) mayores que en un estudio desarrollado en Sicilia y similares a los de Fuerteventura. Los resultados apoyan, inicialmente, que el desarrollo de cultivos de *P. perna* en piscifactorías (este de Gran Canaria) es posible, pero es necesario introducir un cultivo control para obtener resultados más concluyentes.

Palabras clave

IMTA, mejillón, crecimiento, *Perna perna*.

Introducción

La acuicultura multitrófica integrada (IMTA), introduce co-cultivos de organismos de niveles tróficos menores (e.g.: los mejillones), con el objeto de minimizar los desechos producidos por el cultivo de peces en el medioambiente que los rodea y potencialmente, incrementar los beneficios económicos (Sàra *et al.*, 2009).

Los moluscos y otros filtradores transforman cantidades importantes de materia particulada, proveniente de la comida sobrante y las heces del cultivo de peces, en biomasa corporal cosechable (Chávez-Crook & Obreque-Contreras, 2010). Los organismos filtradores, como los mejillones, son capaces de alimentarse de esta materia y del fitoplancton que crece a partir de los nutrientes excretados por los peces (Troell, 2009).

En un primer contacto, en la comprobación de la eficacia del mejillón *Perna perna* en

cuanto a su capacidad de reducir los desechos de la acuicultura de peces en jaulas cercanas a costa en Canarias, se ha marcado como objetivo inicial, la evaluación de su crecimiento y condición en un *longline* dispuesto junto a una piscifactoría en Salinetas (este de Gran Canaria, Islas Canarias).

Materiales y métodos

El planteamiento inicial de la experiencia fue realizar dos cultivos contemporáneos, uno junto a una piscifactoría y otro en una zona cercana de control, donde no existen jaulas de cultivo. Se han realizado dos ensayos, el primero ha finalizado, pero no contó con el control. El segundo ensayo comenzó en julio de 2011 y posee cultivo control. Este trabajo expone los resultados del primer ensayo.

El área de estudio incluyó a una piscifactoría situada al este de la Isla de Gran Canaria (especie cultivada: lubina, *Dicentrarchus labrax*; Linnaeus, 1758), en Salinetas (Fig. 1). Al sur de esta empresa se instaló un sistema de cultivo multitrófico experimental que cuenta con un *long line* con mejillones, sobre un fondo de 40 m, a unos 400 m de costa. El mejillón sembrado procede de la población de la isla de Fuerteventura (Fig. 1), donde su colecta resulta muy complicada (escasés y peligrosidad), pero es la mayor población de *Perna perna* en Canarias.



Figura 1.- Situación del lugar de estudio (Gran Canaria) y la población natural del mejillón colectado (Fuerteventura), en Canarias.

El *long line* consistió en una cuerda horizontal de 15 m situada cerca de superficie, donde

se situaron 9 cuerdas con mejillón. Éstas se dispusieron en tres grupos de tres cuerdas, cada conjunto con mejillones a 1,5-2,5 m ó 3,5-4,5 m ó 5,5-6,5 m de profundidad, por cuerda.

La experiencia siguió el modelo gallego, con dos fases (Figueras, 2007): el pre-engorde (siembra-desdoble) y el engorde (desdoble-cosecha). En la siembra (11 junio de 2010): se obtuvieron 9-10 kg de semilla (mejillón longitud total, LT, ≤ 40 mm). Cada cuerda poseía 1 kg (463 mejillones; D.E.: 27). Tras desdoblar, las 9 cuerdas se duplicaron en dos líneas, y cada cuerda fue sembrada con mejillón de $30 < LT \leq 50$ mm, y $LT > 50$ mm, por separado; en 1,5 m de longitud. El desdoble y la cosecha sucedieron en abril y septiembre de 2011, respectivamente.

Cada 2 meses se extrajeron 30 mejillones (n) por profundidad (salvo en octubre de 2010). Esto implicó tomar aleatoriamente, 10 individuos por cuerda hasta el desdoble, y luego tomar 1+5 mejillones por cuerda (1 de los sembrados en desdoble con $30 < LT \leq 50$ mm, y 5 con $LT > 50$ mm en desdoble, según proporción numérica). Esto dio 90 ejemplares por muestreo.

A cada espécimen se le tomó la LT en concha con un calibrador (sensibilidad de 0,01 mm), así como, con una balanza se tomaron medidas gravimétricas (0,01 g): el peso fresco entero del mejillón cerrado (PFE), el peso fresco de la vianda (PFV), de las conchas (PFC), el peso seco de la vianda (PSV) y la concha (PSC), se estimó el índice de condición: $IC = PSV \cdot 100 \cdot PSC^{-1}$ (Walne, 1976). Se calculó la mortalidad media por cuerda, en número. En cuanto a estos parámetros, se ha seguido a Pogoda *et al.* (2011).

Se estimaron medias aritméticas y la desviación estándar (DE) de los parámetros descritos. Para evaluar las diferencias temporales de la LT, se empleó un ANOVA de dos vías, como factores fijos: profundidad (3 niveles: 2, 4 y 6 m) y muestreo (7 niveles). La normalidad fue comprobada con el test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza con el tests de Levene. No obstante, ANOVA es robusto a la falta de normalidad de los datos, e incluso heterogeneidad de la varianza cuando los diseños experimentales son quasi-equilibrados (número de muestras semejante) (Peña-Sánchez de Ribera, 2010), como es este caso.

Para evaluar el efecto de la profundidad en el PFV, se realizó un ANCOVA empleando la relación alométrica ($PFV = a \cdot LT^b$) y transformando mediante logaritmos (Sàra *et al.*, 2009). También se empleó la misma relación, para comparar gráficamente, el PFV obtenido con el de otros estudios de la evaluación en la población natural de Fuerteventura (Núñez *et al.*, 1995; Viera *et al.*, 2009; Fig. 1), y para el PFE, se empleó también una experiencia de cultivo junto a jaulas, con *Mytilus galloprovincialis* (Linnaeus, 1758) en Sicilia (Sàra *et al.*, 2009).

Resultados

La semilla empleada se caracterizó con la LT, el PFE, el PFV y el PSV, cuyos estadísticos descriptivos se presentan en la tabla I. La LT media (mm) que poseían los mejillones sembrados fue de 24,70 mm (DE: 5,42) y su PFE medio de 1,99 (DE: 1,05) (Tabla I).

Tabla I.- Estadísticos descriptivos de la muestra inicial y final de los mejillones.

Parámetro	Media inicial (DE)	Media Final (DE)
LT (mm)	24,70 (5,42)	84,44 (7,99)
PFE (g)	1,99 (1,05)	41,79 (9,98)
PFV (g)	0,30 (0,17)	8,88 (2,10)
PSV (g)	0,06 (0,03)	1,63 (0,43)

LT \approx Longitud total; PFE \approx Peso fresco entero y cerrado; PFV \approx Peso fresco de la vianda; PSV \approx Peso seco de la vianda. DE: desviación estándar.

En septiembre de 2011, tras 15 meses de cultivo (459 días), se cosecharon 12 cuerdas, 4 se dejaron en el agua (tras contar los mejillones) para comprobar su evolución y 2 se perdieron. Los estadísticos mostrados en la tabla I son de los mejillones cosechados, que tras el desdoble presentaban una LT > 50 mm; puesto que en ese momento representaban, en número, un porcentaje medio del total del 77,19% por cuerda (DE: 3,44), lo que se corresponde con la mayor parte del total. La mortalidad media final, en número, resultó de 42,8% (DE:5,8) por cuerda.

La longitud total media (LT) lograda fue de 84,39 mm (DE: 8,03) (Fig. 2a). Registrándose una tasa mensual media de 3,60 mm·mes⁻¹ (DE: 1,32) (Fig. 2a). Este crecimiento resultó significativo (F= 145,50; p < 0,05) de acuerdo con el tiempo de cultivo (factor muestreo, en resultados ANOVA de dos vías, Tabla II), no obstante, no hubo diferencias en LT según la profundidad y el incremento observado se comportó de manera muy similar entre profundidades (interacción muestreo x profundidad, no significativa; ver resultados del análisis SC del tipo III, Tabla II). El análisis *post hoc*, reveló diferencias de LT entre todos los muestreos, salvo entre diciembre de 2010 y febrero de 2011, en concordancia con lo observado en la figura 2a.

Crecimiento del mejillón *Perna perna* (Linnaeus, 1758), cultivado junto a una piscifactoría...

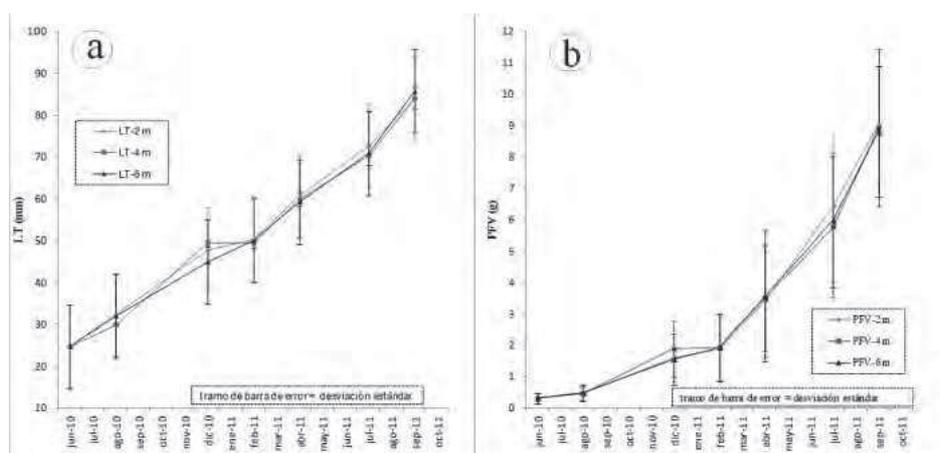


Figura 2.- Evolución temporal de la longitud total media (LT, a) y el peso fresco de la vianda (PFV, b) en función de la profundidad.

El PFV tuvo un tasa de incremento de $0,52 \text{ g} \cdot \text{mes}^{-1}$ (DE: 0,44). En la siembra presentó 0,30 (DE:0,17) y en la cosecha 8,87 g (DE: 2,11) (Fig. 2b). Se detecta un incremento significativo ($F= 4383,38$ y $p<0,05$) de este parámetro con respecto a la LT (resultado análisis ANCOVA y del análisis SC del tipo III; Tabla III). El PFV no varía con respecto a la profundidad, y su incremento con la LT, es semejante en las 3 profundidades de estudio (resultados del análisis SC del tipo III y el contraste de pendientes, Tabla III). El PFE presentó resultados semejantes en cuanto a LT y profundidad. Las relaciones alométricas fueron: $\text{PFV} = 1,90 \cdot 10^{-5} \cdot \text{LT}^{2,9305}$ ($R^2=0,9590$; $n=660$) y $\text{PFE} = 3,60 \cdot 10^{-4} \cdot \text{LT}^{2,6060}$ ($R^2=0,9655$; $n=670$).

Tabla II.- Resultados ANOVA de 2 vías para la longitud total (LT).

Resultado	Fuente de variación	g.l.	SC	MC	F	p-valor
ANOVA (2 vías)	Modelo	21	295014,44	14048,31	145,50	< 0,0001
	Error	751	72512,02	96,55		
	Total corregido	772	367526,46			
Análisis SC del tipo III	Muestreo	6	289887,34	48314,56	500,39	< 0,0001
	Profundidad	3	133,60	44,53	0,46	0,709
	Muestreo x Profundidad	12	599,49	49,96	0,52	0,904

g.l. \approx grados de libertad; SC \approx suma de cuadrados (SS en inglés); MC \approx media de los cuadrados (MS en inglés).

La relación entre el PSV y el PFV resultó buena (Fig. 3a). Se representó el índice de

condición medio en 2011, cuando el mejillón contaba con una LT igual a la de primera madurez en la población natural de procedencia (45-50 mm, Carrillo, 1992). Su cifra media se incrementó desde 6,64 % (DE: 1,32) en febrero de 2011 a 9,14 % (DE: 1,24), en septiembre de 2011 (Fig. 3b); no apreciándose un aumento muy importante o un máximo claro (Fig. 3b).

Tabla III.- Resultados ANCOVA para la relación peso fresco de la vianda (PFV) vs. longitud total (LT).

Resultado	Fuente de variación	g.l.	SC	MC	F	p-valor
ANCOVA	Modelo	5	266,16	53,23	4383,38	< 0,0001
	Error	747	9,07	0,01		
	Total corregido	752	275,24			
Análisis SC del tipo III	Log ₁₀ (LT)	1	265,78	265,78	21885,64	< 0,0001
	Profundidad	2	0,04	0,02	1,70	0,184
	Log ₁₀ (LT)xProfundidad	2	0,03	0,01	1,16	0,314
Contraste de pendientes	Fuente de variación		t-student	p-valor		
	Log ₁₀ (LT) x Profundidad (2 m y 6 m)		0,58	0,56		
	Log ₁₀ (LT) x Profundidad (2 m y 4 m)		1,51	0,13		
	Log ₁₀ (LT) x Profundidad (6 m y 4 m)		0,92	0,36		

g.l. ≈ grados de libertad; SC ≈ suma de cuadrados (SS en inglés); MC ≈ media de los cuadrados (MS en inglés);

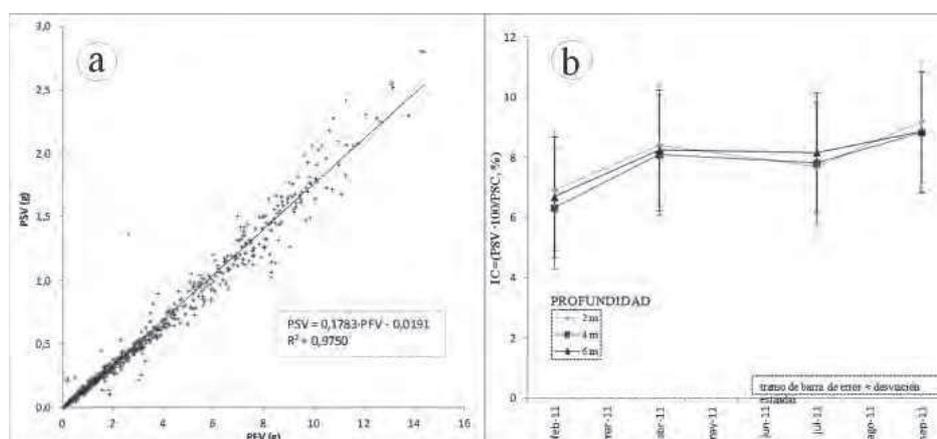


Figura 3.- Relación peso fresco de la vianda (PFV) versus peso seco de la vianda (PSV)(a) y evolución temporal del índice de condición (b).

Discusión

Con los valores de LT alcanzados tras 459 días (84,39 mm, DE: 8,03), y la tasa de crecimiento media de $3,60 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, es posible concluir que el mejillón ha incrementado su LT de una manera significativa, puesto que la tasa media en estudios de *Perna perna*, varía entre $2\text{-}6 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$ (11 estudios revisados), siendo 4 la cifra más común; y porque la revisión bibliográfica presenta ejemplos con tasas, de $3\text{-}4 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$ (Berry, 1978; De Sá *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 1983; Id-Halla M., 2005; Magalhães *et al.*, 1983; McQuaid & Lindsay, 2007; Marqués *et al.*, 1998; Pérez-Camacho *et al.*, 1991), en ésta y otras especies, en estudios realizados en poblaciones naturales y en cultivos.

Los resultados referentes al PFV y al PFE, se han comparado mediante la representación gráfica de la relación de ambos parámetros con la LT. En el caso del PFV (Fig. 4a), se contrastó con los datos obtenidos en dos estudios de la población natural de Fuerteventura (Núñez *et al.*, 1995; Viera *et al.*, 2009). Los valores del PFV medio en Salinetas se aproximan a los de la población natural con los datos de Núñez *et al.* (1995), con el aumento de LT (Fig. 4a); y se asemejan bastante al estudio de 2008 en la población de Fuerteventura (Viera *et al.*, 2009).

En cuanto al PFE, conociendo que el cultivo de Salinetas y el de Sàra *et al.*, 2009, (estudio de Sicilia, donde hubo un mayor crecimiento de mejillón junto a las jaulas) parten de LT semejantes, basta con observar que los mejillones alcanzaron 57 mm (Sicilia) y 65 mm (Salinetas) de LT en un año, para comprender que el PFE medio en Salinetas fue superior (Fig. 4b). En cuanto a la población natural (Núñez *et al.*, 1995; Viera *et al.*, 2009), el PFE medio fue semejante entre el cultivo de Salinetas y el hallado en aquella (Fig. 4b). Las comparaciones (PFV y PFE) son orientativas, porque se están comparando las cifras medias, sin tener en cuenta su variación.

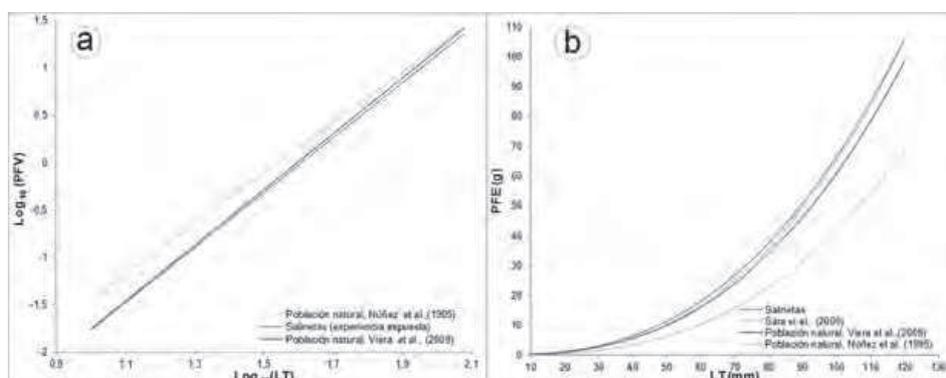


Figura 4.- Comparativa de relaciones alométricas. Relación peso fresco de la vianda (PFV) vs. longitud total (LT) (transformada mediante logaritmos) (a), y relación peso fresco entero (PFE) vs. LT (b).

El índice de condición no ha mostrado un máximo. Este hecho, junto con el cambio aparente de la vianda, en abril y julio de 2011, indican la posibilidad de un episodio reproductivo. Los mejillones ya contaban con LT mínima de madurez sexual (45-50 mm, Carrillo *et al.*, 1992) y la especie es capaz de reproducirse durante todo el año en Fuerteventura (Aarab *et al.*, 2009).

La LT media en la cosecha es considerada como comercial en Venezuela (Acosta *et al.*, 2006) y en otras especies como *M. galloprovincialis* (Figueras, 2007). Y el PFV, al ser semejante al de la población natural, puede catalogarse como bueno, puesto que la costa oeste de Fuerteventura es de las más ricas de Canarias. La mortalidad media por cuerda, en todo el cultivo, en las cuerdas donde no hubo problemas con la instalación, fue de 42,8% (DE:5,8) por cuerda.

Conclusiones

i. El mejillón *Perna perna*, posee la capacidad de incrementar su talla (longitud: 3,60 mm·mes⁻¹ -DE: 1,32-, y peso: 0,52 g·mes⁻¹ -DE: 0,44-) de manera significativa, contrastando con poblaciones naturales de Canarias y cultivos, estando sembrado junto a una piscifactoría en aguas abiertas del este de Gran Canaria (a 2-6 m de profundidad)

ii. Es imprescindible completar el estudio con otro ensayo, que cuente con un control, para discriminar si el crecimiento hallado es, o no, debido a la piscifactoría. Asimismo, resulta conveniente conocer la gestión de la granja de peces y los parámetros ambientales en la zona de estudio, para conocer el alcance de la reproducibilidad de los resultados del cultivo

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de las siguientes personas: Aída, Beatriz, Germán, Óliver, Pachi, Raúl y Yaiza.

Estudio financiado por el Proyecto ACUICULTURA INTEGRADA: EXPERIENCIA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE CULTIVOS MULTITRÓFICOS (JACUMAR, MARM)

Bibliografía

- Aarab L., Bilbao-Villena A., Viera M.P., Courtois de Viçose G., Bilbao A., Pérez Y., Falcón R., Merbah S., Pavón N., Fernández-Palacios H., Molina L. 2009. Caracterización del ciclo reproductivo del mejillón *Perna perna* (Linnaeus, 1758) en las Islas Canarias. *XII Congreso Nacional de Acuicultura*, 24-26 de noviembre de 2009, Madrid, España. Pp. 504-505.
- Acosta V., Prieto A., Lodeiros C. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 24 (2): 177-192 pp.
- Acosta V., Prieto A. 2008. Producción secundaria de una población de *Perna perna* (Bivalvia: mytilidae) en condiciones de cultivo suspendido. *Interciencia*, 33 (9):687-692.
- Berry P.F. 1978. Reproduction, growth, and production in the mussel, *Perna perna* (Linnaeus), on the coast of South Africa. *Published by The Oceanography Research Institute*. Republic of South Africa.
- Carrillo M., Bacallado J.J., Cruz T. 1992. Primeros datos sobre mejillón *Perna perna* (Linnaeus, 1758) en la costa de Fuerteventura (Islas Canarias). *Actas V Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar*. Septiembre de 1992, Tenerife, España. Vol. 2: Pp. 411-422.
- Chávez-Crook P., Obreque-Contreras J. 2010. Bioremediation of aquaculture wastes. *Current Opinion in Biotechnology*, 21:313-317.
- De Sá F.S., Nalesso R.C., Paresque K. 2007. Foliing organisms on *Perna perna* mussels: Is it worth removing them? *Brazilian Journal of Oceanography*, 55 (2): 155-161.
- Fernandes F.C., Rafael P.R.B., Fernandes H.V.C. 1983. Dinâmica de populações do mexilhão *Perna perna* cultivado na região do Cabo Frio, Brasil. In: *Proceedings of the First Meeting on Mussel and Oyster Cultive*, Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil, p. 1.
- Figueras A. 2007. *Biología y cultivo del mejillón (Mytilus galloprovincialis) en Galicia*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de Educación y Ciencia. Biblioteca de Ciencias. Madrid (España). 282 p.
- Id-Halla M. 2005. Biologie de deux moules *Perna perna* Born (1780) et *Mytilus edulis* Lamarck (1819) en élevage sur filieres subflottantes en off shore dans la Baie D'Agadir. *These doctorat*. pp. 132.
- Marques H.L. de A., Pereira R.T.L., Correa B.C. 1998. Seasonal variation in growth and yield of the brown mussel *Perna perna* (L.) cultured in Ubatuba, Brazil. *Aquaculture*, 169: 263-273 pp.

- McQuaid C.D., Lindsay T.L. 2007. Wave exposure effects on population structure and recruitment in the mussel *Perna perna* suggest regulation primarily through availability of recruits and food, not space. *Mar Biol*, 151: 2123-2131 pp.
- Nuñez-Fraga J., Brito-Hernández A., Barquín-Diez J., Ocaña-Vicente O., Brito-Castro M^a.C., Pascual-Serrano M., González-Lorenzo G., Luis-Castro J.M^a., Luis-Castro M^a.C. 1995. Estudio ecológico del mejillón y otros moluscos en la isla de Fuerteventura. (Moluscos de interés marisquero: mejillón, lapas y burgados). Universidad de la Laguna.
- Peña-Sánchez de Ribera D. 2010. *Regresión y diseño de experimentos*. Alianza Editorial. Madrid. 744 pp.
- Pérez-Camacho A., González R., Fuentes J. 1991. Mussel cultura in Galicia (N.W. Spain). *Aquaculture*, 94: 263-278.
- Pogoda B., Buck B.H., Hagen W. 2011. Growth performance and condition of oysters (*Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis*) farmed in an offshore environment (North Sea, Germany). *Aquaculture*, 319:484-492.
- Sàra G., Zenone A., Tomasello A. 2009. Growth of *Mytilus galloprovincialis* (mollusca, bivalvia) close to fish farms: a case of integrated multi-trophic aquaculture within the Tyrrhenian Sea. *Hydrobiologia*, (2009) 636:129–136.
- Troell M., Joyce A., Chopin T., Neori A., Buschmann A.H., Fang J.G. 2009. Ecological engineering in aquaculture-potencial for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, 297: 1-9.
- Viera M.P., Aarab L., Courtois de Viçose G., Bilbao-Villena A., Bilbao A., Pérez Y., Merbah S., Falcón R., Pavón N., Fernández-Palacios H., Molina L., Izquierdo M.S., 2009. Cultivo de mejillón (*Perna perna*) en Canarias: enfoque y perspectivas. XII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura. 8-9 de octubre de 2009, O’Grove, España. pp. 323-325.
- Walne P.R. 1976. Experiments on the culture in the sea of the butterflyfish *Venerupis decussata* L. *Aquaculture*, 8: 371-381.



Crecimiento del mejillón *Perna perna* (Linnaeus, 1758), cultivado junto a una piscifactoría en Gran Canaria (Islas Canarias).

Pérez¹, Y., Bilbao¹, A., Pavón¹, N., Rey-Méndez², M., Ruiz³, M., Louzara³, G. y González¹, N.

¹Gestoría del Medio Rural de Canarias, S.A.U. C/Alameda a El Mayoralaje s/n 24 postal El Puerto 2 Fd. Av. El Mayoralaje 38119 Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, Islas Canarias) España email: jerrypp@grancanarias.com

²Departamento de Ingeniería y Biología Molecular, Edificio OREUS, Campus VIDA, Universidad de Santiago de Compostela, C/R. 15704 Santiago de Compostela, Galicia, España

³ECOS, Estudios Ambientales y Oceanografía s.l. C/Alameda 1044.118, Los Tufaltes, C.P. 35013 Las Palmas de Gran Canaria (Gran Canaria, Islas Canarias) España

*Instituto Canario de Ciencias Marinas, C/ta. de Tabares s/n 35200 Telde (Gran Canaria, Islas Canarias) España.

V Foró Interamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura
Viana Do Castelo, Portugal, 27-29 de octubre de 2011

Resumen

Se verificó un crecimiento significativo en longitud total (LT) (tasa media: 3,60 mm mes⁻¹) y su peso fresco de la vivienda (PFV) (0,42 g mes⁻¹), cuyas otras medias alcanzaron 84,38 mm (DE: 8,03) y 8,87 g (DE: 2,11), antes consideradas como conservativas. No se hallaron diferencias entre profundidades de cultivo (2-6 m). El peso fresco de la vivienda (PFV) medio (según la LT) en la zona de estudio tiende a aproximarse al valor medio de la población natural de Fuerteventura, según los datos más actuales de esta zona. En cuanto al peso fresco entero y cerrado (PFE), se alcanzaron valores medios (LT idéntica) similares a los de la población natural de Fuerteventura. Esto implica que el crecimiento es significativo desde un punto biológico, puesto que la costa oeste de Fuerteventura es considerada de las más ricas del Arctopléage y presenta la población más importante de *Perna perna* en Canarias.

Introducción

La acuicultura multitrofica integrada (IMTA), contempla la introducción de co-cultivos de organismos de niveles tróficos menores (e.g. los mejillones), con el objeto de minimizar los desechos producidos por el cultivo de peces en el medioambiente que los rodea e incrementando, potencialmente, los beneficios económicos de la explotación (Sara et al., 2009). Los moluscos y otros filtradores transforman cantidades importantes de materia particulada, proveniente de la comida sobrealimentada y los heces del cultivo de peces, en biomasa corporal cosechable (Chávez-Cruz & Obregón-Contreras, 2010). Los organismos filtradores, como los mejillones, son capaces de alimentarse de esta materia y del fitoplancton que crece a partir de los nutrientes excretados por los peces (Trollé, 2009). La experiencia descrita, marca el primer contacto en la comprobación de la eficacia del mejillón *Perna perna*, en cuanto a su capacidad de reducir los desechos de la acuicultura de peces en jaulas de Canarias. Y para ello, se ha propuesto como objetivo inicial, la evaluación de su crecimiento y condición en un litoral dispuesto junto a una piscifactoría en mar abierto en Salinetas (este de Gran Canaria, Islas Canarias; Fig. 1).

Material y Métodos

La Figura 1 muestra la localización de la experiencia en Salinetas (Gran Canaria). Se sembraron 6 cuerdas con mejillones (julio de 2010) de LT 24,7 mm (DE: 5,4) y un PFE medio de 1,99 (DE: 1,05). Estas unidades fueron situadas en tres grupos, cada uno con mejillones a 2, 4 y 6 m de profundidad, su número se duplicó tras desdoblar (Fig. 2). Se muestreo bimestralmente y se cosechó en septiembre 2011 (12 cuerdas cosechadas, 4 se dejaron para comprobar su evolución y 2 se perdieron). Como control se empleó la comparación gráfica, con estudios de la población natural de Fuerteventura (Islas Canarias) y el extranjero. Se empleó estadística descriptiva para la LT, el peso fresco entero y cerrado y el peso fresco de vivienda (PFV). Se empleó un ANOVA y ANCOVA, respectivamente, para determinar si hay un incremento significativo en LT a lo largo del cultivo, y comprobar la influencia de la profundidad y LT, en el crecimiento del PFV. Se estimó la mortalidad numérica durante todo el cultivo por cuerda.



Fig. 1. Localización del cultivo IMTA en el este de Gran Canaria y de la población natural de mejillón en la costa oeste de Fuerteventura.



Fig. 2. Esquema de cultivo de mejillones, en por segunda y en segunda.



Resultados

Se cosechó en septiembre de 2011, tras 15 meses (459 días). La LT presentó una cifra media final de 84,38 mm (DE: 8,03; Tabla 1), tras crecer a una tasa media de 3,00 mm mes⁻¹ (DE: 1,32) (Fig. 3a). Este crecimiento resultó significativo (F= 145,50, p < 0,05) de acuerdo con el tiempo de cultivo (factor inestrucción, ANCOVA; Tabla 2), no obstante, no hubo diferencias en LT según la profundidad y el incremento observado se comportó de manera muy similar entre profundidades (interacción inestrucción x profundidad, no significativa; Tabla 2). El PFV tuvo un tasa de incremento de 0,52 g mes⁻¹ (DE: 0,44). En la siembra presentó 0,30 (DE: 0,17) y en la cosecha 8,87 g (DE: 3,11, el 24% del PFE) (Tabla 1 y Fig. 3b). Se detecta un incremento significativo (F= 4383,38 y p < 0,05) de este parámetro con respecto a la LT (análisis ANCOVA; Tabla 3). El PFV no varía con respecto a la profundidad de cultivo, y su incremento con la LT, es similar entre 2-6 m de profundidad (análisis ANCOVA; Tabla 3). El PFE presentó un comportamiento semejante en cuanto a LT y profundidad. Las relaciones alométricas fueron PFV = 1,30 10⁻⁴ LT^{3,19} (R²=0,959) y PFE = 3,66 10⁻⁴ LT^{3,19} (R²=0,966). La mortalidad media final, en número resultó de 42,6 % (DE: 5,5) por cuerda.

Parámetro	Medio inicio (DE)	Medio final (DE)
LT (mm)	24,7 (5,4)	84,38 (8,03)
PFV (g)	0,30 (0,17)	8,87 (3,11)
PFE (g)	1,99 (1,05)	8,87 (3,11)
PFV/PFE (%)	15,07 (1,92)	100 (0,00)
PFV/PFE (%)	15,07 (1,92)	100 (0,00)

Factor	Suma de Cuadrados	GL	F	p	R ² (aj)
Profundidad	0,0000	2	0,00	1,000	0,000
LT	145,50	1	145,50	0,000	0,999
Error	1,000	18	0,05	0,999	0,001

Factor	Suma de Cuadrados	GL	F	p	R ² (aj)
Profundidad	0,0000	2	0,00	1,000	0,000
LT	4383,38	1	4383,38	0,000	0,999
Error	1,000	18	0,05	0,999	0,001

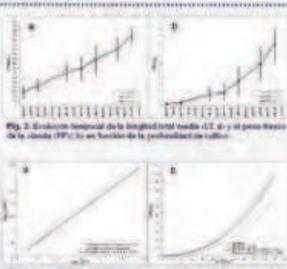


Fig. 3. Evolución temporal de la longitud total media (LT, a) y el peso fresco de la vivienda (PFV) (b) en función de la profundidad de cultivo.

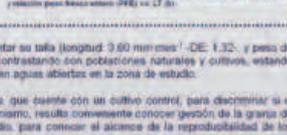


Fig. 4. Comparativa de relaciones alométricas. Relaciones peso fresco de la vivienda (PFV) vs longitud total (LT) (funcionamiento mediante logaritmos) (a) y relación peso fresco entero (PFE) vs LT (b).

Discusión

Con la LT media lograda y su tasa media, es posible concluir que el mejillón incrementó la LT de manera significativa, media, biológica y productivamente, puesto que la tasa media en estudios de *Perna perna*, varía entre 2-6 mm mes⁻¹, siendo 4 la cifra más común, y además, la bibliográfica presenta ejemplos con tasas de 3 y 4 mm mes⁻¹ (Berry, 1978; De Sá et al., 2007; Fernandes et al., 1983; H-Milla, M., 2005; Magalhães et al., 1983; McDonald & Lindsay, 2007; Marquis et al., 1996; Pérez-Corral et al., 1991), en poblaciones naturales y cultivos de maridaje. El PFV y el PFE se han comparado mediante la representación gráfica de los resultados obtenidos en dos estudios de la población natural de Fuerteventura (Hilhez et al., 1995; Viana et al., 2009). Los valores del PFV medio en Salinetas tienden a aproximarse a los naturales de Hilhez et al. (1995) (Fig. 4a), y son semejantes a los datos de 2008 (Viana et al., 2009). El PFE medio resultó ser similar al de la población natural y mayor al lograda en un estado de IMTA con mejillones en Sicilia (Sara et al., 2009) (Fig. 4b).

Conclusiones

- i. El mejillón *Perna perna*, posee la capacidad de incrementar su talla (longitud: 3,60 mm mes⁻¹; DE: 1,32, y peso de vivienda: 0,52 g mes⁻¹; DE: 0,44) de manera significativa, contrastando con poblaciones naturales y cultivos, estando sembrado (2-6 m de profundidad) junto a una piscifactoría en aguas abiertas en la zona de estudio.
- ii. Es imprescindible completar el estudio con otro ensayo que cuente con un cultivo control, para determinar si el crecimiento fallado es, o no, debido a la piscifactoría. Asimismo, resulta conveniente conocer gestión de la granja de peces y los parámetros ambientales en la zona de estudio, para conocer el alcance de la reproducibilidad de los resultados del cultivo.



Agradecimientos

Proyecto Financiado por la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR). Agradecer también la ayuda de las personas colaboradoras: Aida, Beatriz, Gernán, Oliver, Pachi, Raúl y Yara.