

DIRECTRICES GENERALES DE DISEÑO DE EXPLOTACIONES DE ENGORDE DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN JAULAS EN MAR

García García, J¹.; Rouco Yáñez, A².; García García, B³.

(1) C.I.D.A.- S.I.A.M. Consejería Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia. C/Mayor-Estación Sericícola, La Alberca, 30150 Murcia.

(2) Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

(3) C.I.D.A. Acuicultura. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Apdo. 65. 30740 San Pedro del Pinatar. Murcia.

RESUMEN

Actualmente, el engorde de diferentes especies (dorada, lubina) en jaulas en mar abierto en el mediterráneo se ha impuesto frente a otros sistemas productivos (Calvo, 1998 y 1999; García García, 1994), fundamentalmente debido a que representa una inversión menor y a que disminuye considerablemente los costes de producción (García García et al., 1997a y b; García García, 2001; García et al., 2001; Gasca-Leyva et al., 1999), estando menos limitado en lo que respecta a ubicación. Este trabajo expone las directrices de diseño que deben seguirse al instalar una explotación acuícola en mar abierto.

ABSTRACT: GENERAL GUIDELINES FOR THE DESIGN OF SEA FISH ONGROWING FARM IN SEA CAGES

The fish ongrowing of different species (gildhead seabram, seabass) in sea cages is nowadays more important than other production systems (Calvo, 1998 y 1999; García García, 1994). This fact is mainly due to its lesser investment, and also to its considerable decrease of the production costs producción (García García, 2001; García et al., 2001). On the other hand this system is less limited with respect to its location. This work shows design guidelines to be taken into account when installing an open sea farm.

PALABRAS CLAVE: jaulas en mar, acuicultura marina, diseño de instalaciones

KEY WORDS: sea cages, sea aquaculture, installation design

INTRODUCCIÓN.

Para muchos autores, el sistema de cultivo en jaulas en el mar constituye el verdadero marco de la piscicultura marina, permitiendo el cultivo de peces tanto en el medio acuático abrigado (ensenadas, rías o fiordos) como en el mar abierto (Barnabé, 1989).

El diseño de una jaula depende, en primer término, de factores tales como el hidrodinamismo, profundidad del área de cultivo. Se pueden distinguir dos grupos de diseño, *Diseño de jaulas en áreas protegidas* y *Diseño de jaulas en mar abierto*. En el primer caso, las jaulas flotantes consisten, bien, en una pasarela central y jaulas de planta rectangular o cuadrada a ambos lados de ésta, o bien, jaulas aisladas de planta cuadrada o poligonal con pasarela en todo su contorno (Barnabé, 1989). En el segundo caso, los diseños suelen estar encaminados a amortiguar la ola, por lo que suelen utilizarse materiales flexibles y de planta circular. En jaulas en el mar, en donde los parámetros físico-químicos del agua son prácticamente constantes, la carga (biomasa/m³) depende del hidrodinamismo de la zona donde estén ubicadas. Para nuestro litoral mediterráneo lo usual es llegar a cargas finales de 25-30 kg/m³.

El engorde intensivo en jaulas, aunque supone un control menos estricto del sistema de cultivo frente a los cultivos intensivos en tierra, representa una inversión mucho menor de las instalaciones y disminuye considerablemente los costes de producción (García García, 2001), por lo que un alto porcentaje de la producción de peces marinos en el Mediterráneo, particularmente en nuestro país, proviene de este sistema. No obstante, la fase de preengorde ha de realizarse generalmente en tierra.

DIRECTRICES GENERALES DE DISEÑO.

El recinto que contiene los peces debe tener el tamaño, forma y superficie adecuadas, según la especie a engordar, y no debe impedir la circulación de agua en su interior ya que esta circulación aporta el oxígeno y dispersa los productos de desecho. Asimismo, los elementos de la estructura flotante, sustentante y anclaje se calculan para absorber las fuerzas ejercidas por las cargas. La situación debe ser de máximo resguardo frente al viento y oleaje predominante, orientándose longitudinalmente en la misma dirección de los vientos dominantes.

El primer aspecto a considerar en el diseño y planificación de una instalación de engorde en mar abierto es la profundidad de la zona escogida. Como regla general, se considera por razones de oxigenación y concentración de detritus, una profundidad mínima desde el punto más sumergido de las redes al fondo marino, de 8-10 metros. Al mismo tiempo hay que escoger por razones obvias de impacto ambiental un fondo libre de determinadas comunidades de gran interés ecológico, como es el caso de la pradera de *Posidonia oceanica*. Por otro lado, es importante que el fondo marino tenga una pendiente escasa. Si bien la escasa profundidad es como se ha visto un factor negativo, también lo es fondear jaulas a profundidades superiores a 50 metros, donde se presentan problemas técnicos de cierta magnitud.

Además es muy importante la distancia a la que se encuentran las jaulas respecto a las instalaciones en tierra. Así en algunos casos la proximidad a la base en tierra es desaconsejable por motivos de la calidad de las aguas. También la proximidad a puertos con intenso tráfico marítimo tiene inconvenientes debido a la incidencia de este tránsito. Por lo tanto nos encontramos que mientras la proximidad a tierra es a veces desaconsejable, es a la vez un factor de gran importancia, ya que distancias cercanas a la costa facilitan en gran medida las tareas de desplazamiento a la instalación, a la vez que disminuye mucho el tiempo empleado en el desplazamiento, así como los costes energéticos y de mantenimiento de embarcaciones.

En el caso de engorde en jaulas en mar abierto se suelen llevar a cabo 2-4 ciclos de engorde, debido fundamentalmente a la limitación de temperaturas bajas de las aguas en invierno. Se justifica la elección de los ciclos por la necesidad de generar un periodo de ventas máximo no solapado, pero tampoco alejado, y, con índices de conversión máximos. Todo el proceso se realiza en las mismas jaulas de partida para cada lote, por lo que es fundamental una clasificación inicial que genere lotes uniformes. En jaulas ubicadas en zonas expuestas en mar abierto, es necesario introducir alevines tras haber superado un preengorde en tierra hasta que alcancen los 12-20 gramos, siendo más resistentes al stress ambiental y enfermedades. También se hace necesario utilizar esta talla para evitar fugas y usar malla lo suficientemente grande que facilite la circulación de agua.

Para mantener a los animales en ayuno previamente al sacrificio y comercialización, se emplean jaulas de menor diámetro que las de producción, con red regulable en

profundidad, según se use para engorde o purga. Las cargas recomendadas para esta fase final son de 20-30 kg/m³.

La distribución mayoritaria utilizada es la de un sistema pareado y simétrico que permita compartir la estructura sustentante y flotante, así como el sistema de anclaje y balizamiento, disminuyendo significativamente la inversión, siendo además la distribución más coherente para la vigilancia, mantenimiento y alimentación.

Se adjunta la *Tabla 1*, en la que se valoran las inversiones a ejecutar por capítulos, para el sistema de engorde de dorada en jaulas en mar abierto para la unidad productiva mínima descrita, es decir, 200 Tm/año; del mismo modo se calculan las inversiones para instalaciones de 400 y 600 Tm; así se puede comprobar como evoluciona la importancia de cada capítulo en la inversión global (ver *Tabla 2*).

Tabla 1. Inversión sistema de engorde en mar

<i>PRODUCCION 200 Tm</i>	
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	254.378
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	109.760
CAPITULO III. MUELLE	6.010
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	300.575
CAPITULO V. OTROS (mobiliario, proyecto, EIA, licencias)	53.842
TOTAL INVERSION AÑO 0	724.566

<i>PRODUCCION 400 Tm</i>	
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	377.195
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	150.262
CAPITULO III. MUELLE	9.015
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	321.611
CAPITULO V. OTROS (mobiliario, proyecto, EIA, licencias)	98.084
TOTAL INVERSION AÑO 0	956.167

<i>PRODUCCION 600 Tm</i>	
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	518.869
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	190.386
CAPITULO III. MUELLE	12.020
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	345.651
CAPITULO V. OTROS (mobiliario, proyecto, EIA, licencias)	147.151
TOTAL INVERSION AÑO 0	1.214.076

Tabla 2. Evolución de la importancia de cada capítulo en la inversión global

PRODUCCION 200 Tm

CAPITULO	% S/INVERSIÓN
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	35,11
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	15,15
CAPITULO III. MUELLE	0,83
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	41,48
CAPITULO V. VARIOS	7,43

PRODUCCION 400 Tm

CAPITULO	% S/INVERSIÓN
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	39,45
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	15,72
CAPITULO III. MUELLE	0,94
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	33,64
CAPITULO V. VARIOS	10,26

PRODUCCION 600 Tm

CAPITULO	% S/INVERSIÓN
CAPITULO I. INSTALACION DE JAULAS	42,74
CAPITULO II. EDIFICIO MULTIUSO	15,68
CAPITULO III. MUELLE	0,99
CAPITULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA	28,47
CAPITULO V. VARIOS	12,12

Por último, la *Tabla 3* muestra, para cada una de las capacidades productivas descritas, la inversión total en euros de cada instalación, el índice inversión por Tm producida y, la ocupación de la instalación en el mar.

Tabla 3

PRODUCCION (Tm/año)	INVERSION (euros)	INDICE I/P (euros/Tm)	OCUPACION (has.)
200	724.566	3.623	9,1
400	956.167	2.390	12,22
600	1.214.076	2.023	15,34

BIBLIOGRAFÍA

Barnabé, G. 1989. La cría de lubina y de dorada. En: *Aquicultura, VOL.I*. G.Barnabé (Ed.). Technique et Documentation (Lavoisier), París, pp: 573-612.

Calvo, G. 1998. Jaulas flotantes en el cultivo de dorada y lubina en España. *Trow Informa*. Otoño: 18-19.

Calvo, G. 1999. Estudio comparativo de las instalaciones de engorde en tierra de cultivo de dorada y lubina en España. *Trow Informa*. Primavera: 24-25.

García García, J. 2001. Análisis económico-financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada (*Sparus aurata* L.) en el litoral de la Región de Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

García García, 1994. Factores que influyen sobre el consumo de oxígeno, ingesta y crecimiento en la dorada (*Sparus aurata* L.). Una aproximación al establecimiento de modelos lineales. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

García García, B., García García, J. & Díaz Martínez, J. 1997a. Ingresos brutos, costes de producción y estudio de viabilidad económica de una piscifactoría de engorde intensivo de dorada (*Sparus aurata* L.) en tanques. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. DE COSTA, J., ABELLÁN, E., GARCÍA GARCÍA, B., ORTEGA ROS, A. & ZAMORA, S. (Eds.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp: 921-926.

García García, B., García García, J. & Moreno Mora, J. 1997b. Diseño e inversión de una piscifactoría de engorde intensivo de dorada (*Sparus aurata* L.) en tanques. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. DE COSTA, J., ABELLÁN, E., GARCÍA GARCÍA, B., ORTEGA ROS, A. & ZAMORA, S. (Eds.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp: 927-932.

García García, J., Rouco Yáñez, A. y García García, B. 2001. Influencia de la capacidad productiva y precio de venta en la evolución de la rentabilidad de las explotaciones de engorde de dorada (*Sparus aurata*) en jaulas flotantes, mediante un análisis de costes. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander 22 al 25 de mayo de 2001.

Gasca-Leyva, E., Vergara, J., Hernández, J. & León, C. 1999. Bioeconomía del cultivo de dorada (*Sparus aurata*). VII Congreso Nacional de Acuicultura, Las Palmas de Gran Canaria, 19, 20 y 21 de mayo de 1999.