

Evaluación de la rentabilidad económica de la producción de dorada (*Sparus auratus*) en jaulas marinas

De Benito, F.*¹, Maicas, F.¹, Jauralde, I.¹, Martínez, S.¹, Marín, M.² y Jover, M.¹

¹Grupo de Acuicultura y Biodiversidad, Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia (España).

²CEGEA. Departamento de Economía y Ciencias Sociales

E-mail: ferbeal@doctor.upv.es

Resumen

La actividad económica desarrollada en el mar mediterráneo de granjas marinas de dorada, producida en jaulas, es una industria con gran proyección al futuro y actualmente de un importante valor económico especialmente en España con una facturación de 95,8 millones de Euros en el 2008. La rentabilidad de estas empresas productoras viene dada principalmente por dos factores como son el precio de venta y los costes de producción. Como no podemos influir en el precio del mercado, realizamos tres alternativas de volumen de producción (1,000, 2,000 y 3,000 tm/año) y dos tallas de venta (450 gr y 900 gr). Proponemos cuatro lotes anuales y fijamos como precio de venta de 4,5 € y 9,0 € respectivamente. De todas las alternativas se ha realizado un estudio económico estático, dinámico y un análisis de sensibilidad de todas las alternativas considerando diferentes precios de venta y costes de producción. Del trabajo realizado se deduce que el volumen de producción intermedio de tallas grandes es el que genera una mayor rentabilidad. Así para un volumen de producción anual de 2,000 tm y peso de venta 900 gr. Se produce la alternativa más rentable.

Palabras Claves: Dorada, rentabilidad, granja marina

Summary

Assessment of profitability of the production of sea bream (*Sparus auratus*) in marine cages

The production of sea bream in marine farm in the Mediterranean sea is an industry with great future prospects whose current economic value is also significant, particularly in Spain where turnover reached 88.8 million Euros in 2009. The profitability of these producers is mainly a result of two factors: sale price and production costs. Since the market price cannot be influenced, three alternative production volumes (1,000, 2,000 and 3,000 tons/year) and two sale sizes (450 gr and 900 gr) were used. Four annual batches were proposed and the sale price was set at 4.5 € and 9.0 € respectively. Both a static and a dynamic economic study, as well as a sensitivity analysis, were performed on all the alternatives taking different sale prices and production costs into consideration. This study shows that an intermediate production volume of large sizes gives rise to the highest profitability. Accordingly, an annual production volume of 2,000 tons and sale weight of 900 gr. is the most profitable alternative.

Key words: Production of sea bream, profitability, marine farms

Introducción

La producción acuícola de la Dorada (*Sparus auratus*) en la Unión Europea se realiza principalmente en el Mediterráneo, valorándose esta actividad económica en 576 millones de Euros (FAO, 2007).

En España es la especie piscícola más producida y de mayor valor económico. El sector productor supone una cifra de facturación de 95.8 Millones de Euros en el 2008 y tiene empleados a 2,294 de forma fija (Apromar 2009). El sector está viviendo un proceso de concentración a través del cual se pretende hacer frente a la incertidumbre de la actual crisis financiera y económica que le está afectando, por las dificultades de acceso al crédito y por la retracción en la demanda de alimentos de calidad, desde 2005.

Los factores que mayor influencia tienen en la rentabilidad de una granja marina, es el precio de venta de la dorada y los costes de producción. El precio medio ha sufrido una descenso a lo largo de los últimos años, habiendo pasado de 6.1 – 7.2 €/kg en 1999 a 3.4 – 5.1 €/kg en 2009, aunque con grandes fluctuaciones mensuales.

Esta reducción en el precio medio de venta obliga a las empresas a controlar y ajustar el coste de su producción para así ser más competitivas.

Así es posible plantearse distintas alternativas de manejo (utilización de piensos más rentables, empleo de óptimas estrategias de alimentación, mecanización de las operaciones de alimentación y pesca, etc.) y también mejoras estructurales (volumen de producción y tamaño de las jaulas, para aprovechar las denominadas economías de escala). La producción de la dorada se realiza fundamentalmente en granjas marinas en un sistema de producción intensivo con instalaciones de jaulas o corrales flotantes en mar abierto. Este sistema representa una inversión menor que las instalaciones en tierra y disminuye considerablemente los costes de producción (García-García, 2001). Un análisis comparativo y de viabilidad de especies acuícolas producidas en España lo realizó (Garza-Gil, M.D., 2009) y (Guisado Tato, M, 2007).

Entre las alternativas de manejo hay que destacar en primer lugar las mejoras en la alimentación, tanto en la utilización de piensos más rentables (Moñino y cols. 2002) como en la estrategia de alimentación (Jover y cols. 2003), así como en la mecanización de las operaciones, de alimentación, de pesca, etc.

Las medidas estructurales para reducir el coste de producción se han basado fundamentalmente en el incremento de producción y en el tamaño de las jaulas, de modo que se generan las denominadas economías de escala (Gasca-Leyva y cols. 2001; Merinero y cols. 2005) que permiten reducir los costes medios cuando se incrementa la producción, al mantener los costes fijos y el personal cualificado.

Por otra parte, el incremento del precio de venta es posible mediante un aumento de la calidad o una diferenciación del producto final, habiendo comprobado que el precio de venta de la dorada grande supera el de la dorada ración.

Debemos tener presente que entre los principales costes de producción de las instalaciones de jaulas marinas en España (Tabla 1), incluyendo el envasado pero sin considerar la amortización (Tiana, 2004), se encuentra el pienso que supone casi el 39% del coste total, los alevines más del 21% y el personal con un 22%. Por tanto un incremento de volumen de producción conlleva un incremento de costes variables elevado.

Tabla 1. Coste medio de producción de la dorada en jaulas marinas.

Concepto	España	
	€/kg	%
Alevines 25 g	0.830	21.12
Pienso	1.510	38.6
Vacunas	0.050	1.3
Personal	0.867	22.1
Generales	0.299	7.6
Subtotal	3.556	90.8
Envasado	0.360	9.2
Total	3.916	100

Fuente: Tiana 2004.

Por ello ante la escasez de trabajos recientes en la bibliografía, se plantea analizar la rentabilidad económica de las granjas marinas de doradas en función del volumen de producción anual de la explotación, 1,000, 2,000 y 3,000 tm y del peso de venta de 450 y 900 g. del producto y de este modo poder determinar la mejor alternativa.

Materiales y métodos

Elementos del coste de Producción

Para la identificación de los elementos integrantes de los costes de producción a partir de los 3 niveles de producción y los 2 tamaños de venta a analizar, se ha diseñado el plan de producción necesario para poder alcanzarlo. Para ello se le ha dado preferencia a aquellos planes que permitan el suministro constante durante todo el año y a los que coinciden con la época de venta en el que la dorada obtiene su precio de venta más alto en el mercado de verano.

De este modo se ha calculado el número de jaulas de 25 metros de diámetro (tamaño comercial estándar) necesarios para cada alternativa de producción, siguiendo la metodología propuesta por Jover, M., Martínez, S., Tomás, A. y Pérez, L. (2003b) y Martínez, S., Tomás, A., Pérez, L., y Jover, M. (2003), necesarias en cada caso, considerando cuatro lotes anuales, una densidad de 20 kg/m³ y un peso inicial de los alevines de 25 g., lo cual condiciona el resto de los costes de producción.

Para la elección de los cuatro lotes de producción, se estudiaron 24 lotes que serían los correspondientes a la primera y segunda quincena de cada mes. Los crecimientos quincenales se calcularon a partir de datos de temperatura del agua del litoral mediterráneo valenciano (Gandía), y siguiendo el modelo del Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC) de Cho y Boureau (1998), considerando un valor de CTC de 0.001728, según los datos obtenidos en granjas reales del litoral levantino (Mayer, y cols. 2008).

Para estimar la inversión se calcularon los costes de edificios, desglosados en obra civil, instalaciones y mobiliario. Se estimaron la vida útil y los valores residuales de la inversión.

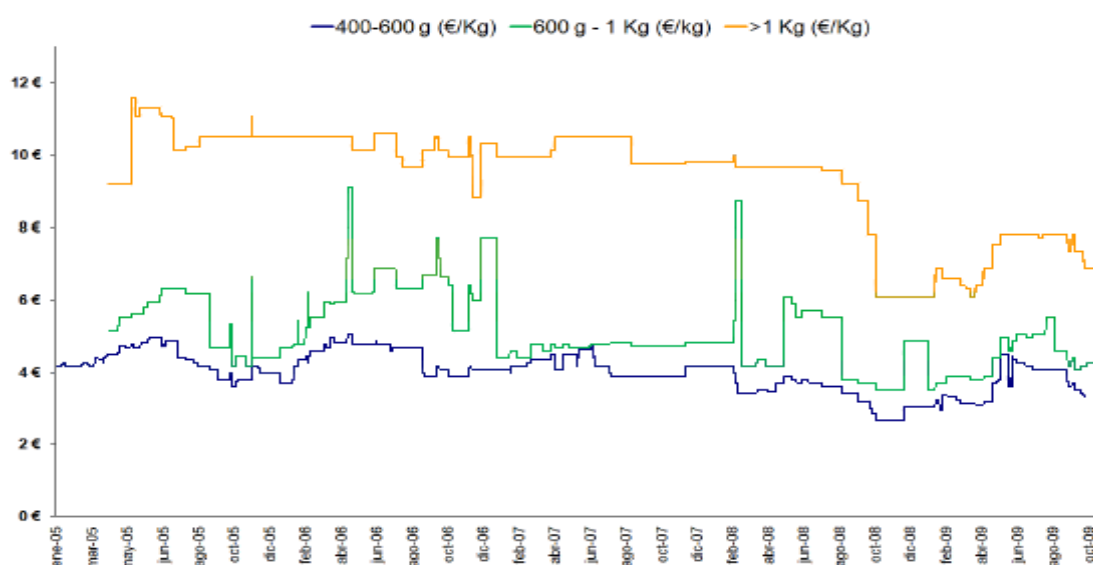
En cuanto a los corrales, se han utilizado los presupuestos reales de empresas especializadas en diseño e instalación de corrales marinos. El coste unitario de una jaula marina completa en el mar, con el coste de la jaula en sí, redes, boyas, sistemas de anclaje con los entramados sumergidos, cadenas, transporte e instalación, etc., ajustados a la norma actual vigente. Así mismo se ha considerado en el estudio el coste de barcos,

maquinaria y equipos. En los costes del personal empleado en la granja marina, se consideraron los salarios anuales, incluida la Seguridad Social, previa consultas a la empresa privada en España, y también el convenio colectivo del sector (B.O.E., 2009).

El cálculo de consumo de pienso se realizó a partir de las tablas de alimentación de un pienso comercial el EcoPlus de la firma Dibaq (<http://www.dibaq.com>), que se utiliza desde el alevín de 25 gr. hasta el peso final, cuyo precio unitario se estimó en 0.775 euros/kilogramo.

Los ingresos por la venta de las doradas, se determinaron considerando un precio medio de venta en origen de 4.5 €/kg para la talla comercial de 450 g y de 9 €/kg para la talla comercial de 900 g., a partir de los datos publicados en las estadísticas mensuales en el periodo 2005-2009, publicados en el informe Apromar 2010 (Figura 1).

Figura 1. Precio de la dorada <600 g, 600 – 1,000 g y > 1,000 g. (Apromar 2010)



Se debe resaltar que el precio medio ponderado que se obtiene es que el facilita el asentador mayorista (margen más portes), no el pagado en origen al productor y tampoco se especifica la talla comercial, sólo que es dorada de acuicultura.

Análisis de rentabilidad

Una vez calculados los elementos integrantes de los costes tanto fijos como variables, para cada alternativa se ha llevado a cabo un estudio económico de tipo estático considerando los ingresos y los gastos de un año tipo, en el cual la empresa se encuentra funcionando plenamente, es decir un año de máximo rendimiento.

Se calculó el ratio beneficio/coste de producción (B/C), en donde el Beneficio bruto es igual a los ingresos menos los costes de producción y éstos se calcularon como la suma de los costes fijos, más los variables, más las amortizaciones. En estos costes se incluyó el personal, el pienso, los alevines y los gastos generales, que incluyen seguros, alquiler de puerto y otros.

Por otra parte se efectuó un análisis dinámico, que permite evaluar el rendimiento económico del proyecto a lo largo de la vida (30 años) del mismo teniendo en cuenta factores financieros que influyen de manera activa en la economía de la empresa, obteniendo el Valor Actualizado Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el endeudamiento.

Asimismo se realizó un análisis de la sensibilidad del TIR frente al coste de producción y al precio de venta de cada alternativa.

Resultados y Discusión

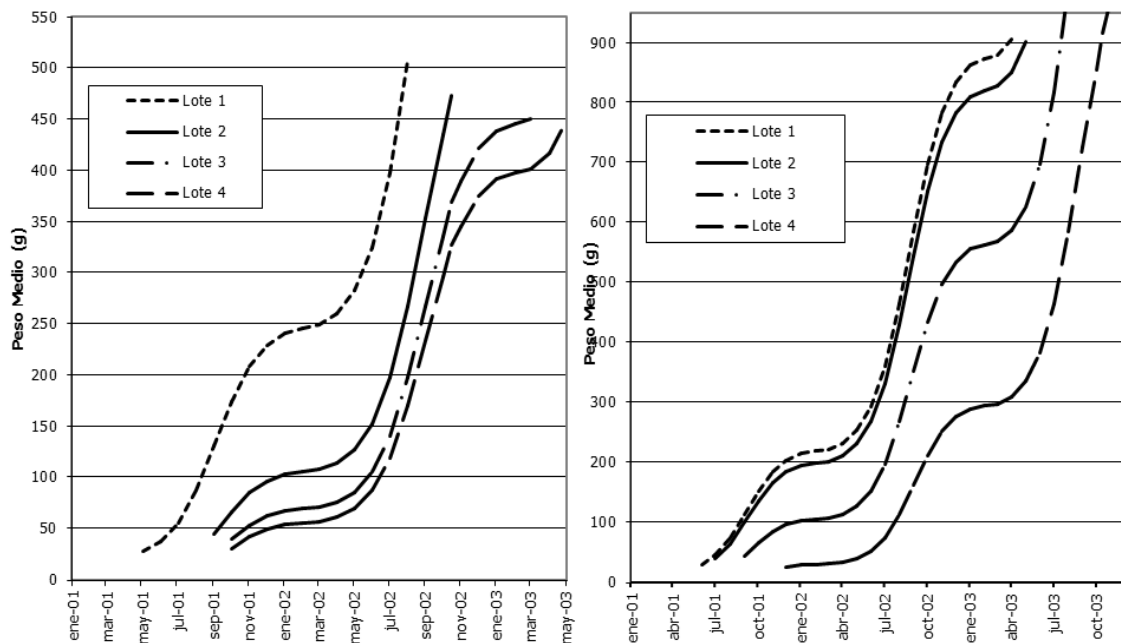
Crecimiento, Elección y Biomasa de los Lotes

Las fechas de inicio y final de los 4 lotes elegidos en cada alternativa, así como las curvas de crecimiento para las dos alternativas de peso final, 450 g y 900 g se presentan en la Figura 2.

En la alternativa de 450 g el engorde tiene una duración diferente para cada uno de los lotes, dependiendo de la coincidencia con los meses invernales desde 14.5 meses el lote de Agosto y 20 meses el lote de Octubre.

Pero en el caso de la alternativa de 900 g, la duración de los lotes es muy similar, oscilando entre 22.5 y 24 meses.

Figura 2. Curvas de crecimiento de los cuatro lotes elegidos para 450 g (a) y de 900 g (b)



De los cálculos realizados se deduce del análisis de las diferentes alternativas de producción consideradas 1,000, 2,000 y 3,000 tm, para un peso de venta de 450 g, la biomasa máxima se da en la segunda quincena de Febrero del tercer año con valores de 752 tm, 1,505 tm y 2,258 tm, respectivamente. En las alternativas de 900 g la biomasa máxima es la que se produce en Octubre del tercer año, con un valor de 982 tm, 1,965 tm y 2,947 tm.

Inversión en Instalaciones

Las instalaciones necesarias para llevar a cabo la actividad, en granjas marinas están constituidas por edificios en tierra o de apoyo (oficinas, almacén, sala de manipulación, cámaras frigoríficas, vestuarios, etc.), y por instalaciones flotantes en mar abierto, básicamente jaulas o corrales flexibles debido a su relativa baja inversión, rapidez de montaje, fácil mantenimiento y su gran versatilidad de manejo, ya que si los anclajes y el diseño son los apropiados para la zona geográfica de su instalación

resisten los temporales sin dificultad. También son necesarios una serie de barcos, equipos y maquinaria para el adecuado manejo de los peces, principalmente catamaranes de dos cascos con grúa (carga de pienso, despescas, cambio de redes, etc.), lanchas auxiliares, equipos de buceo, cañones de alimentación, bomba de trasvase de peces, clasificador y contador de peces, todos ellos portátiles. En tierra se necesita la lavadora de redes, máquina de hielo, carretillas, cadena de manipulación, cámara frigorífica, etc.

Así el cálculo para obtener el número de jaulas necesario se realizó utilizando densidad por metro cúbico de 15 kg/m³ cuando el peso del pez está en el intervalo de peso de 25 g a 50 g y 20 kg/m³ hasta el final del engorde (Jover, M. y cols. 2003).

Se ha empezado siempre con 2 jaulas para minimizar el riesgo de tener todos los peces en una sola jaula, excepto en la alternativa 1,000 tm que se utilizaron tres jaulas de inicio a fin, para no tener que realizar el transvase de los peces durante su engorde. El número de jaulas para cada alternativa en el momento de máxima biomasa aparece en la Tabla 2.

Tabla 2. Nº de jaulas y producción por unidad de cada una de las alternativas

Producción/jaulas	1,000	2,000	3,000
nº Jaulas en 450 g	21	26	34
Producción (tm/jaula)	48	77	88
nº Jaulas en 900 g	24	28	38
Producción (tm/jaula)	42	71	79

Fuente: Elaboración propia

Para todas las alternativas se consideró la compra de catamaranes, barcos muy especializados con una cubierta de trabajo plana, muy amplia y libre de obstáculos y su correspondiente grúa hidráulica, con una eslora de 16 metros y un catamarán auxiliar de 8 metros en todos los casos. En cuanto a las lanchas de 7 metros de eslora donde serían instalados los cañones de alimentación y siempre en todas las alternativas una lancha de apoyo de 5 metros (Tabla 3).

Tabla 3. Necesidades de barcos de la granja marina.

Producción (tm/año)	1,000		2,000		3,000	
nº Corrales	21	24	26	28	34	38
Talla comercial (g)	450	900	450	900	450	900
Barcos						
Lancha 5	1	1	1	1	1	1
Lancha 7	5	5	10	10	15	15

Catamarán 8	1	1	1	1	1	1
Catamarán 16	2	2	3	3	4	4

Fuente: Elaboración propia

La disponibilidad de los subproductos es constante en cualquier población media, sin embargo su obtención puede limitarse cuando adquiere un precio por la ley de la oferta y la demanda. También por los costos elevados de transporte debe evitarse el desplazamiento de los subproductos a grandes distancias entre los sitios de recolección, procesamiento y consumo.

Como sistema de alimentación se utilizarán cañones de alimentación de 4800 kg/hora. Para este cálculo se han previsto el tiempo de descarga del depósito de la máquina y los tiempos muertos producidos en la recarga de la tolva, desplazamiento entre las jaulas y los de aprovisionamiento de las lanchas desde el catamarán de apoyo, con una capacidad de tolva de 500 kilos y un rendimiento máximo de trabajo de 80 kg/min.

En las instalaciones en tierra se supuso una serie de edificios como las oficinas con su mobiliario (despachos, sala de reunión, recepción, etc., completamente equipados con ordenadores, impresoras, telefonía, etc.), almacén (oficina, vestuarios, sala de almacenaje, sala frigorífica, estanterías, sala de manipulación y empaquetado de los peces, etc.) y las obras civiles necesarias. En la Tabla 4 quedan reflejadas las unidades de los distintos tipos de maquinaria y equipos que integran las partidas de la inversión, para cada volumen de producción y alternativa objeto del presente estudio.

Tabla 4. Necesidades de maquinaria y equipos de la granja marina

Producción (tm/año)	1,000		2,000		3,000	
	450	900	450	900	450	900
Talla comercial (g)						
n° Corrales	21	24	26	28	34	38
Maquinaria						
Lavadora redes	1	1	1	1	1	1
Máquina de hielo	1	1	2	2	3	3
Cámara Frigorífica	1	1	2	2	3	3
Cañón Alimentación	4	4	9	9	11	13
Bomba Centrifuga	2	2	2	2	2	2
Clasificador peces	2	2	2	2	2	2
Contador peces	4	4	4	4	4	4
Equipos						
Equipo Manipulación	1	1	2	2	3	3
Equipos de Buceo	7	7	11	11	15	15

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las instalaciones en el mar se aprecia una gran diferencia marcada sobre todo por el número de corrales con los que se trabaja en cada alternativa, destacamos la partida de redes en donde se ha previsto que sean "antialgas", y con un diferente tamaño de malla dependiendo del tamaño del alevín, juvenil o pez en fase de engorde.

La inversión total queda resumida en la Tabla 5, en donde se incluye la inversión en tierra y en el mar, ampliado con un apartado de varios que corresponde a un

incremento del 15% del gasto total, como imprevistos o subida del precio de las diferentes inversiones

Tabla 5. Costes total de la inversión de la granja marina (€)

Producción (tm./año)	1,000		2,000		3,000	
	450	900	450	900	450	900
Edificios	589,170	589,170	645,282	645,282	705,000	705,000
Barcos	915,810	915,810	1,403,435	1,403,435	1,851,735	1,930,385
Maquinaria y equipos	329,005	329,005	454,605	454,605	563,405	607,805
Instalación corrales	1,654,080	1,778,791	2,041,939	2,127,730	2,562,461	2,911,400
Subtotal	3,448,065	3,612,776	4,535,361	4,621,152	5,682,601	6,154,590
Varios	172,403	180,638	226,768	231,058	284,130	307,730
TOTAL	3,620,468	3,793,414	4,762,129	4,852,210	5,966,731	6,462,320
Inversión (€ /kg)	3.62	3.79	2.38	2.43	1.99	2.15

El coste unitario de inversión, expresado en Euros/Kilogramos, refleja el efecto de la economía de escala, disminuyendo según aumenta la producción pasando en la talla comercial de 450 g de 3.62 €/kg (1,000 tm) a 1.99 €/kg (3,000 tm) y en la talla comercial de 900 g de 3.79 €/kg (1,000 tm) a 2.15 €/kg (3,000 tm).

Para la renovación se ha tenido en cuenta los pagos y cobros extraordinarios por la renovación de material. (Tabla 6).

Tabla 6. Años de renovación de las partidas de inversión en el estudio económico dinámico

Elementos de Instalación	Renovaciones (Años)
Obra Civil	-
Instalaciones	-
Mobiliario	16
Jaulas o Corrales	11 y 21
Redes	3,6,9,12,15,18,21,24 y 27
Sistemas de anclaje	3,6,9,12,15,18,21,24 y 27
Barcos	-
Maquinaria y equipos	11 y 21

Fuente: Merinero y cols. 2005

Costes de Producción variable, Alevines, Pienso y Personal

Para los alevines determinamos el número de lotes hasta la fecha en donde se alcanza la biomasa máxima anual. El número inicial de alevines se ha establecido contando con una supervivencia final del 85%. El precio unitario por alevín es de 0.41 €.

El menor coste en la compra de alevines para las opciones de 900 gramos es debido, fundamentalmente al número de peces necesarios, ya que para el mismo volumen de producción son necesarios la mitad de alevines para aquellas opciones cuyo peso final es doble.

El cálculo de consumo de pienso se realizó a partir de las tablas de alimentación de un pienso comercial el Ecoplus (43% PB, 21% EE) de la empresa Dibaq, que se utiliza desde el alevín de 25 gr. hasta el peso final, cuyo precio unitario se estimó en 0.775 euros/kilogramo. El valor del pienso se calcula multiplicando el valor del kilo de pienso por las unidades aplicadas en la alimentación.

El equipo humano generalmente está formado por: director gerente, director técnico, director financiero, jefe de almacén, administrativos, patronos, buzos profesionales, alimentadores, marineros, almaceneros, manipuladores del pescado, y personal para la comercialización.

En cuanto al personal el equipo directivo se mantiene constante con la salvedad del director financiero en todas las opciones, ya que no se cree necesario su contratación cuando el volumen de producción de 1,000 tm/anales. Los cambios vienen en el número de personal que directamente tiene trato con las jaulas o corrales, aumentando según la producción los patronos, buzos, marineros y manipuladores.

En la Tabla 7 queda reflejado el número de los distintos profesionales que componen el personal, tanto en tierra como en mar, de la granja marina para las distintas alternativas y volúmenes de producción considerados en el estudio. Así, el número de operarios aumenta con el incremento de producción.

Tabla 7. Necesidades de personal de la granja marina

Producción (tm/año)	1,000		2,000		3,000	
Talla comercial (g)	450	900	450	900	450	900
Personal						
Gerente	1	1	1	1	1	1
Técnico Facultativo	1	1	1	1	1	1
Director Financiero	-	-	1	1	1	1
Jefe de Planta	1	1	1	1	1	1
Patrones	3	3	4	4	5	5
Buzos	7	8	9	10	12	13
Administrativo	1	1	2	2	3	3
Marineros	9	9	15	15	20	22
Manipuladores	4	4	8	8	12	12
Almaceneros	1	1	1	1	1	1
Total Personal	28	29	43	44	57	60
Tm/Persona	36	34	47	45	53	50

Fuente: Elaboración propia

Con el aumento de producción también se mejora la productividad ya que el personal atiende a más toneladas por persona, en la talla comercial de 450 g pasa de 36 tm/p (1,000 tm) a 53 tm/p (3,000 tm), mientras que la talla comercial de 900 g va desde 34 tm/p (1,000 tm) a 50 tm/p (3,000 tm), datos que confirman la economía de escala. En la alternativa de 3,000 tm la empresa supera ampliamente los 50 empleados por lo que genera el crear el comité de empresa y por tanto delegados sindicales.

Costes de Producción variable, Alevines, Pienso y Personal

Los costes de producción de cada una de las alternativas, considerando cada una de las partidas se presentan en la Tabla 8. Los gastos generales de funcionamiento se

consideraron un 15% del total, incluyendo combustible, electricidad, teléfono, envasado, etc. (Tiana, 2004). La amortización de la inversión se ha considerado a 15 años. El seguro de la instalación se ha calculado teniendo en cuenta el valor de las existencias de peces.

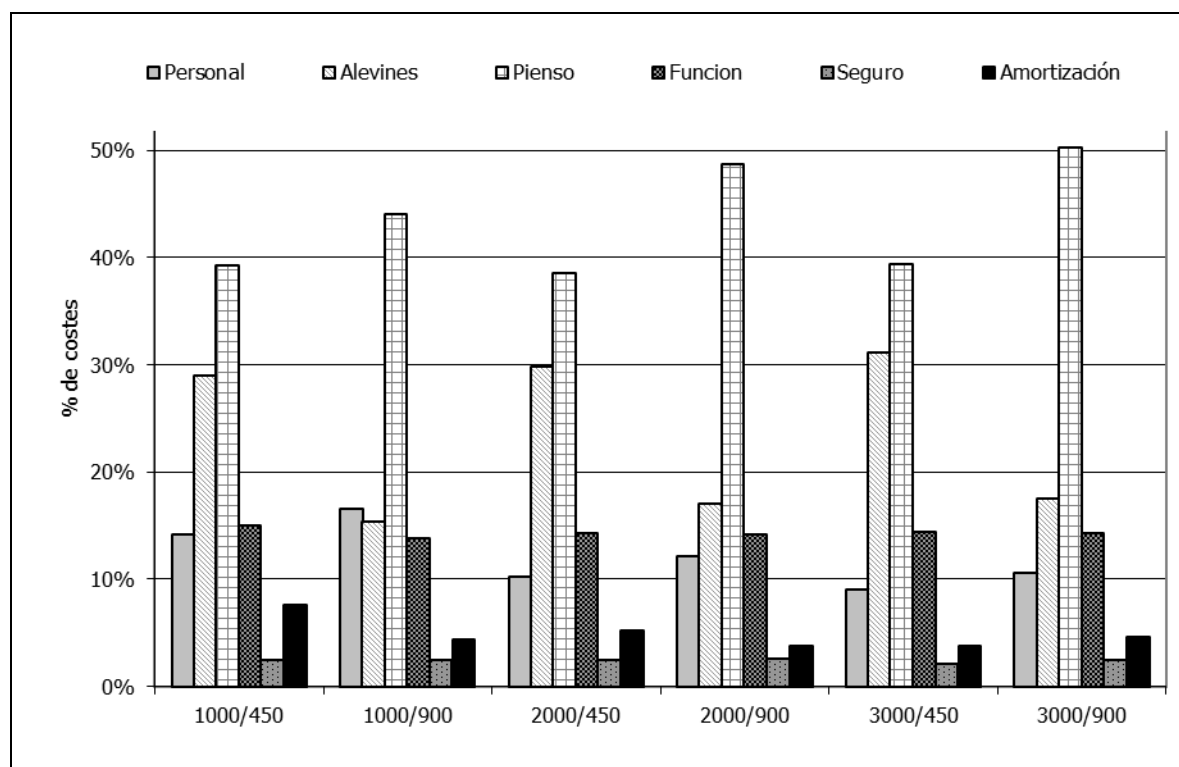
Tabla 8. Análisis estático: gastos generales (€)

	1,000/450	1,000/900	2,000/450	2,000/900	3,000/450	3,000/900
Personal	511,500	535,500	732,500	756,500	927,500	971,500
Alevines	1,071,895	535,947	2,143,792	1,071,896	3,215,686	1,607,843
Pienso	1,449,570	1,532,006	2,766,097	3,064,013	4,061,091	4,596,019
Funcionamiento	553,649	481,565	1,028,080	893,554	1,486,767	1,305,782
Seguro	94,376	85,418	183,397	161,067	220,738	224,072
Amortización	251,042	262,944	315,668	324,846	393,005	420,603
TOTAL	3,932,032	3,433,380	7,169,534	6,271,876	10,304,787	9,125,819
Coste producción €/tm	3,930	3,430	3,580	3,140	3,430	3,040

Fuente: Elaboración propia

Se puede comprobar cómo el coste de pienso es en todas las alternativas el que tiene mayor peso sobre el coste total, siguiéndole en importancia el coste de los alevines, el personal, los gastos generales, las amortizaciones y el seguro (Figura 3). A medida que aumenta el volumen de producción, la economía de escala hace que el porcentaje del coste de personal se reduzca, llegando a estar por debajo de los gastos generales.

Figura 3. Costes de producción (%) para las diferentes alternativas



Se aprecia claramente la economía de escala, pues el coste unitario de producción se reduce apreciablemente a medida que aumenta el volumen de producción, variando para el peso de venta de 450 g de 3.93 € (1000 tm) a 3.43 € (3000 tm) con un ahorro de 0.50 €/kg y para el peso de venta de 900 g de 3.43 € (1000 tm) a 3.04 € (3000 tm) con un ahorro de 0.39 €/kg.

Estudio Económico Estático

En la Tabla 9 se presenta el coste unitario, el beneficio por kilogramo y el ratio beneficio coste.

Tabla 9. Análisis estático: gasto unitario, beneficio/kg y ratio beneficio/coste

Producción	1,000		2,000		3,000	
	450	900	450	900	450	900
Peso venta	450	900	450	900	450	900
Ingresos / kg	4.5	9	4.5	9	4.5	9
Gastos / kg	3.93	3.43	3.58	3.14	3.43	3.04
Beneficio / kg	0.57	5.57	0.92	5.86	1.07	5.96
Ratio B/C (%)	14	162	26	186	31	196

Fuente: Elaboración propia

El beneficio total aumenta con el volumen de producción, siendo favorecida la alternativa de la talla de 900 g de una forma notable en todas las opciones del estudio con un ratio Beneficio / Coste (B/C), superior siempre al 162% llegando al 196% para la mayor producción, mientras que para la talla de 450 g el rango del ratio se mueve linealmente entre el 14% y el 31% para la mayor producción.

Se observa un rápido incremento en el ratio B/C en la alternativa de 900 g al pasar de 1,000 tm a 2,000 tm de 12%. Este incremento es mucho menor entre 2,000 tm y 3,000 tm al ser solo de 5%.

Por tanto, el incremento de la inversión para realizar la alternativa de mayor tamaño, parece que no compensa los efectos de la economía de escala que se puede producir al aumentar la producción.

Estudio Económico Dinámico

El estudio del VAN y el TIR se ha ampliado con la inclusión del coste financiero (3%), de la deuda necesaria para cubrir la inversión inicial, coste que nos varia el flujo acumulado de ingresos menos gastos, corrigiendo y aumentando el tiempo de recuperación de la inversión. Los índices de rentabilidad (VAN y TIR), el plazo de recuperación de la inversión y el máximo endeudamiento obtenidos en el estudio dinámico para todas las alternativas consideradas, se presentan en la Tabla 10.

En todos los casos se ha considerado una tasa de actualización o descuento del 3% y un coste financiero de endeudamiento de un 5,5%.

Tabla 10. Análisis dinámico: VAN, TIR y plazo de recuperación.

Producción (tm/año)	1000		2000		3000	
	450	900	450	900	450	900
Talla comercial (gr)	450	900	450	900	450	900
VAN (€) * 10 ⁶	0.43	92.62	26.11	199.47	54.57	297.97
TIR (%)	3.3	48.2	12.6	63.7	27.0	69.2
Plazo recup. (años)	30	4	11	3	5	3
Endeudamiento Max. (€.) * 10 ⁶	6.47	6.73	11.37	10.15	9.93	14.02

Fuente: Elaboración propia

El valor actual neto (VAN) es en todas las alternativas mayor que cero por lo que la inversión es viable, para todas las alternativas y tallas comerciales estudiadas. Las dos tallas de comercialización tienen un incremento lineal de VAN, pero que mientras la talla de 450 g se mueve entre 435,509 € (1,000 tm) y 54,573,809 € (3,000 tm), la talla 900 g varía entre 92,620,097 € (1,000 tm) hasta los 297,976,554 € (3,000 tm).

Para la producción de la talla de 450 g la TIR varía entre 3.3% (1,000 tm) hasta el 27% (3,000 tm), mientras que para la talla de 900 g evoluciona desde un 48.2% (1,000 tm) a 69.2% (3,000 tm). Si se aplica un criterio conservador de viabilidad se deberían descartar las opciones de 1,000/450 g (3.3%) y 2,000/450 g (12.6%) al no obtener el rendimiento mínimo exigible a una inversión de riesgo, que nunca debería bajar del 20%.

Respecto al plazo de recuperación de la inversión, resulta evidente sobre todo para las alternativas de 450 g de peso final que a medida que aumenta la producción se tarda menos tiempo en recuperar la inversión inicial.

Se aprecia una gran reducción del número de años cuando se incrementa la producción de 1,000 tm a 2,000 tm en la talla 450 g aunque no cumplen los requisitos empresariales de tiempo de recuperación de la inversión, ya que tardan 21 años y 10 años respectivamente, que no debería sobrepasar los 5 años de funcionamiento de la empresa, siendo aconsejable los 3 años, que se obtienen para las alternativas 2,000/900 y 3,000/900.

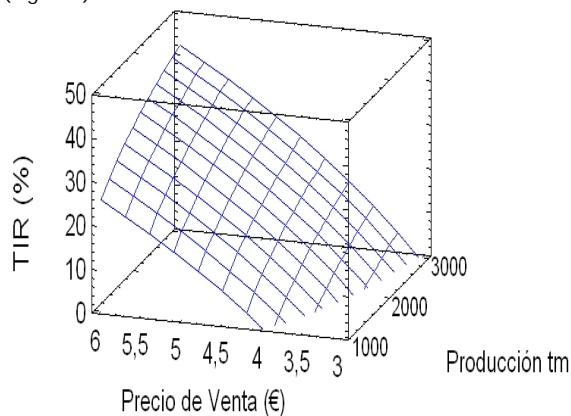
El máximo endeudamiento en los 30 años considerados, oscila entre 6 y 14 millones de euros. Se observa que para la producción de 2,000 tm y con un peso de venta de 450 g, se produce un mayor endeudamiento, esto es debido a que el plan de producción es de solo dos años y se necesita comprar el doble de alevines que en 2,000 tm con peso de venta 900 g.

Análisis de sensibilidad

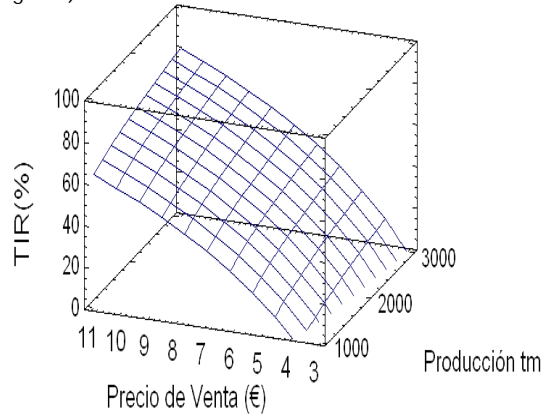
Se ha realizado un análisis de sensibilidad de todas las alternativas considerando diferentes precios de venta y costes de producción. Aparte se han considerado precios de venta entre 3.5 y 6 euros (4.5 €) para el peso de venta de 450 g y entre 3.5 y 10 euros (9 €) para el peso de venta de 900 g. (Figura 4).

Figura 4. Sensibilidad del TIR en función a la producción anual y el precio de venta y para la alternativa de 450 g (a) y de 900 g (b) de peso final.

(Fig. 4.A)



(Fig. 4.B)



La ecuación del modelo ajustado para 450 g y TIR, con un R² de 99%, que aparece en la Figura 4.a, es la siguiente:

$$\text{TIR} = -332.2 + 93.4 \cdot \ln(\text{Precio}) + 27.4 \cdot \ln(\text{Volumen}).$$

Se presenta muy alta la sensibilidad al precio en este caso.

La ecuación del modelo ajustado para 900 g y TIR, con un R² de 87%, que aparece en la Figura 4.b, es la siguiente:

Se presenta muy baja la sensibilidad al precio.

$$\text{TIR} = -194.8 + 62.9 \cdot \ln(\text{Precio}) + 15.6 \cdot \ln(\text{Volumen}).$$

El precio mínimo de venta en las alternativas de producción para conseguir un TIR=20%, oscila entre 4.14 - 4.18 para 3,000 tm y 5.48 - 5.72 €/kg para 1,000 tm (Tabla 11).

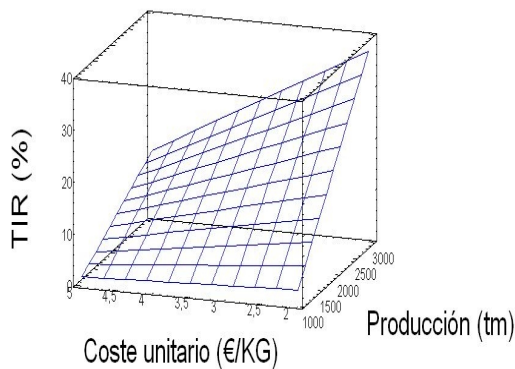
Tabla 11. Precio mínimo de venta para conseguir un TIR = 20%

Producción (tm/año)	1000		2000		3000	
Talla comercial (gr)	450	900	450	900	450	900
Precio de Venta (€/kg)	5.48	5.72	4.62	4.66	4.18	4.14

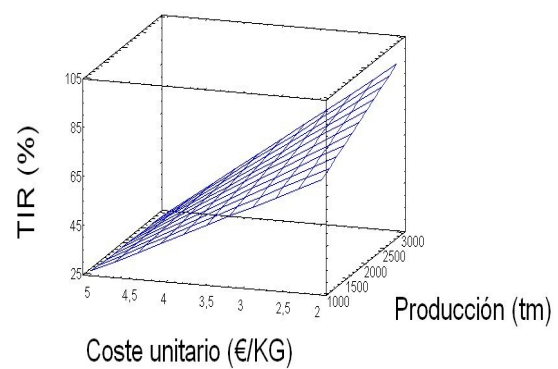
Asimismo se ha considerado diferentes variaciones del coste de producción de las diferentes alternativas en un intervalo de ± 30%.

Figura 5. Sensibilidad del TIR en función de la producción anual y el coste de producción para la alternativa de 450 g (a) y de 900 g (b) de peso final

(Fig. 5A)



(Fig. 5B)



La ecuación del modelo ajustado para 450 g y TIR, con un R² de 99%, que aparece en la Figura 5.a, es la siguiente:

$$\text{TIR} = -19.8 + 0.024 \cdot \text{Producción } 450 \text{ g} - 0.0036 \cdot \text{Producción } 450 \text{ g} \cdot \text{Coste kg} + 3.1 \cdot \text{Coste kg}.$$

La ecuación del modelo ajustado para 900 g y TIR, con un R² de 98%, que aparece en la Figura 5.b, es la siguiente:

$$\text{TIR} = 82.6 + 0.019 \cdot \text{Producción } 900 \text{ g} - 0.0039 \cdot \text{Producción } 900 \text{ g} \cdot \text{Coste kg} - 11.2 \cdot \text{Coste kg}.$$

El coste unitario de producción para las alternativas en estudio (Tabla 12), es de:

Tabla 12. Coste unitario de producción y TIR

Producción (tm/año)	1000		2000		3000	
Talla comercial (gr)	450	900	450	900	450	900
Coste Unitario (€/kg)	3.93	3.43	3.93	3.14	4.43	3.04
TIR (%)	2.24	49.81	13.52	60.94	25.79	69.98

Se presenta muy baja la sensibilidad al coste unitario.

El efecto de la variación del coste de producción es muy bajo para la alternativa 1,000/450 g, pero aumenta con el incremento del volumen de producción. En cuanto al efecto precio el peso de 900 g es alto en todos los niveles de producción.

Discusión

Aunque todas las alternativas tienen un valor VAN > 0 para el precio de venta considerado de 4.5 €/kg, la alternativa de 1,000/450 g no resulta interesante debido al bajo TIR (<10%) y al elevado plazo de recuperación (>20 años), siendo el mínimo volumen de producción recomendable de 2,000 tm anuales. Los resultados obtenidos solo son comparables, por los volúmenes de producción considerados, con los obtenidos por Merinero (2005), pues el resto de los trabajos publicados consideran niveles de producción inferiores a las 1,000 tm anuales (García-García, 2001; Gasca-Leyva, 2001), aunque todos ellos coinciden con el aumento de la rentabilidad a medida que se incrementa la producción. Merinero, (2005) solo consideran el tamaño de venta de 450 g, obteniendo una gran sensibilidad del beneficio al precio de venta, pues para precios de 3,5 euros por kilogramo, solo las empresas con una producción superior a 1,500 tm son rentables.

Para las doradas de 450 gramos, el tamaño óptimo de la granja se podría establecer en 2,000 tm, pues el incremento de producción hasta 3,000 tm, no supone una gran ventaja, ya que desciende la rentabilidad marginal.

La alternativa de producir dorada de 900 g supone una gran innovación, y aunque Gasca-Leyva (2001), consideraron un tamaño de 700 g en la producción atlántica, solo propusieron un 20 % del total anual de tamaño grande, y un 80 % de tamaño ración (450 g). No obstante, la rentabilidad de la alternativa de dorada grande, fue del doble con respecto a la misma producción de dorada ración en el Mediterráneo. El mayor ciclo de engorde y el mayor coste de alimento se compensa por la reducción de la compra de alevines y el mayor precio de venta.

La alternativa más interesante sería un tamaño de venta de 900 g y 2,000 tm de producción anual, pues el paso a 3,000 tm supondría una mayor necesidad de capital circulante y por tanto un mayor endeudamiento inicial, y no mejora sustancialmente la rentabilidad. En caso de optar por producir dorada de tamaño ración habría que plantearse un volumen de producción de 3,000 tm/año.

Conclusiones

A partir del trabajo realizado podemos concluir que la rentabilidad de la producción de dorada depende fundamentalmente del precio final del producto y de los costes de producción. Así para un volumen de producción anual de 2,000 tm y peso de venta 900 gr. Se produce la alternativa más rentable. No obstante incrementos de producción no mejoran la rentabilidad significativamente, dado que el incremento de costes no se ve compensado con el beneficio obtenido, como hemos visto en el análisis de sensibilidad.

Sin embargo el comportamiento frente al precio exige precios elevados para niveles de producción bajos, por lo que las tallas grandes serán las más rentables.

Por lo tanto del trabajo realizado se deduce que el volumen de producción intermedio de tallas grandes es el que genera una mayor rentabilidad.

Bibliografía

1. APROMAR (2010). Annual report about the Spanish Aquaculture. APROMAR. Madrid. España.
2. Cho, Y. y D. Bureau (1999). Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding, ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 11(4):199-210.
3. Fernández, M. y M. Jover (2001). Análisis de la rentabilidad del sistema de producción de doradas en jaulas marinas: comparación entre varias alternativas de tamaño de las jaulas y volumen de producción. *Actas I Congreso Nacional de Ingeniería para la Agricultura y el Medio Natural*. 501-505.
4. García-García, J. (2001). Análisis económico financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada (*Sparus aurata*) en el litoral de la región de Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
5. García-García, J., A. Rouco, F. Faraco y B. García-García (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. *Actas VIII Congreso Nacional de Acuicultura*. 259-260.
6. Garza-Gil, M.D., Varela-Lafuente, M y Caballero-Miguez, G (2009). Price and production trends in the marine fish aquaculture in Spain. *Aquaculture Research*, 40, 274-281.
7. Gasca-Leiva, E., C. León, J. Hernández y J.M. Vergara (2001). Análisis bioeconómico del cultivo de la dorada en Canarias y en el Mediterráneo. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 1:55-76.
8. GuisadoTato M. (Ed) (2007) Viabilidad económica de Explotaciones Acuícolas. Netbiblo, La Coruña.
9. Jover, M., J. Martínez, A. Tomás, A. Moñino, J.A. Gómez, S. Martínez Villaplana y cols (2003a). Análisis económico del crecimiento de la dorada en jaulas marinas con diferentes tasas de alimentación. *Actas VIII Congreso Nacional de Acuicultura*, 259-260.
10. Jover, M., S. Martínez, A. Tomás y L. Pérez (2003b). Propuesta metodológica para el diseño de instalaciones piscícolas. *Revista Aquatic*, 19. Disponible en URL: <http://www.revistaaquatic.com>.
11. Luna, L., Fernández, José M., González, F. (2003). Estudio del mercado de lubina y dorada en la Unión Europea 2003-2006.
12. Mayer P, Estruch V, Blasco J et Jover M (2008). Predicting the growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) farmed in marine cages under real production conditions using temperature- and time-dependent models. *Aquaculture Research*, 39: 1046-1052.

13. Merinero S, Martínez S, Tomas A, Jover M. Análisis económico de alternativas de producción de Dorada en jaulas marinas en el litoral Mediterráneo. Revista Aquatic, 23. Disponible en URL:<http://www.revistaaquatic.com>.
14. Moñino, A., A. Tomás, M. Fernández, R. Lázaro, L. Pérez, F.J. Espinós y cols (2002). Estudio del crecimiento, del provechamiento nutritivo y de la productividad económica de la dorada alimentada con piensos comerciales de diferente contenido en proteína y lípidos. Boletín del Instituto Español Oceanografía, 18:117-127.
15. Tiana, A. (2004). Análisis de costes de producción de la dorada en España y Grecia. Jornada Dibaq. Valen