

Modelo explicativo de la rentabilidad de las empresas de piscicultura marina. Aplicación empírica a la cría de dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*) en España

Ignacio Llorente^a y Ladislao Luna^a

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar cómo inciden los factores biológicos, técnicos, medioambientales y económicos en la rentabilidad de las empresas de piscicultura. Para ello se contrasta, con técnicas de análisis multivariante, un modelo empírico utilizando datos de empresas españolas de cría de dorada y lubina en el periodo 2005/2007. Los resultados muestran cómo los aspectos técnico-biológicos pierden importancia a medida que se estandarizan los procesos productivos, mientras que se incrementa la relevancia de los aspectos medioambientales y económicos.

PALABRAS CLAVES: Cría de dorada, cría de lubina, investigación multidisciplinar, rentabilidad, piscicultura.

Clasificación JEL: M11, M21, Q22.

DOI: 10.7201/earn.2012.02.02.

Explanatory model of the profitability of marine fish farming companies. Empirical application to the breeding of seabream (*Sparus aurata*) and european seabass (*Dicentrarchus labrax*) in Spain

ABSTRACT: The aim of this paper is to analyze how the biological, technical, environmental and economic factors affect the profitability of fish farming companies. The empirical test is applied to Spanish companies of seabass and seabream farming during the period 2005/2007. Multivariate analysis techniques are used. The results show how technical and biological aspects lose importance as production processes are standardized, while the environmental and economic aspects increase their relevance.

KEYWORDS: Seabream breeding, european seabass breeding, multidisciplinary research, profitability, fish farming.

JEL classification: M11, M21, Q22.

DOI: 10.7201/earn.2012.02.02.

^a Departamento de Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cantabria.

Agradecimientos: Los autores agradecen sus valiosos comentarios a los revisores anónimos. Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de la Secretaría General del Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (MARM) y a Puertos del Estado.

Dirigir correspondencia a: Ignacio Llorente. E-mail: llorente@unican.es.

Recibido en octubre de 2010. Aceptado en mayo de 2012.

1. Introducción

La piscicultura está sustituyendo a la tradicional oferta de la pesca extractiva en el mundo y hoy en día es una alternativa sostenible para satisfacer la demanda de pescado (FAO, 2009). El rápido crecimiento de la actividad piscícola contrasta con la volatilidad de los resultados en las empresas del sector, que se traduce en crisis como las de la dorada y la lubina en la Unión Europea entre los años 2001 y 2002 (Gasca-Leyva *et al.*, 2003) o la del salmón en Chile en el año 2007 (Mardones *et al.*, 2009).

La constatación periódica de estas crisis empresariales en el cultivo de muchas especies genera la necesidad de investigar el motivo por el que las empresas piscícolas no obtienen una rentabilidad acorde con las inversiones realizadas y con el crecimiento de la demanda de su producto. La respuesta a esta cuestión es compleja, dada la dificultad que supone para los gestores tomar decisiones efectivas en una actividad donde interaccionan factores tan distintos como los económicos, los técnico-biológicos y los medioambientales (Luna, 2002).

En paralelo al desarrollo de la piscicultura se ha realizado un gran esfuerzo investigador que ha dado como resultado una extensa literatura científica en la que se identifican numerosos factores que influyen sobre esta actividad. Sin embargo, y a pesar de lo complejo de la gestión empresarial en este sector, son pocos los trabajos enmarcados en líneas de investigación que apliquen una perspectiva multidisciplinar al estudio de la misma.

En muchos trabajos científicos sobre el cultivo de peces se utilizan indicadores económicos para valorar la influencia de distintos factores en el proceso de cría, lo que proporciona una evidencia empírica que permite identificar los factores económicos, técnico-biológicos y medioambientales relevantes a la hora de explicar la rentabilidad de las empresas. Por tanto, un estudio que tenga por objetivo analizar la rentabilidad de las empresas de piscicultura obligatoriamente ha de abordarse desde una perspectiva multidisciplinar, incluyendo todos aquellos factores que han demostrado ser relevantes.

En función de la problemática identificada y del estado de la investigación, este trabajo propone un modelo explicativo de la rentabilidad de las empresas de piscicultura marina. El modelo se desarrolla desde una perspectiva multidisciplinar a través de la integración de variables económicas, técnicas, biológicas y medioambientales identificadas en la literatura científica, con el objetivo de comprender cuáles son los principales factores que determinan el rendimiento de la actividad y aislar el efecto de cada uno de ellos sobre la rentabilidad empresarial. Los resultados del trabajo podrían proporcionar información de utilidad a los gestores de las empresas piscícolas en la toma de decisiones encaminadas a lograr la rentabilidad a largo plazo de la actividad.

El trabajo se estructura en seis apartados, incluida esta introducción. En el segundo se establece el marco teórico donde se exponen los principales estudios sobre la rentabilidad de la piscicultura marina y se identifican las variables que la afectan. En el siguiente epígrafe, se plantean el modelo explicativo y las hipótesis a contrastar,

en tanto que en el apartado cuarto, se describen los materiales y métodos utilizados. A continuación, se exponen e interpretan los resultados obtenidos en la estimación del modelo. Finalmente, se resumen las principales conclusiones alcanzadas.

2. Marco teórico

El resultado económico de las explotaciones acuícolas viene determinado por un conjunto de factores tanto internos como externos. Entre los primeros cabe destacar los biológicos, los técnicos y los organizativos, mientras que entre los externos se encuentran los relacionados con las condiciones ambientales y el mercado (Gasca-Leyva *et al.*, 2003; Paquette, 1999). Por ello, la sostenibilidad de la acuicultura marina no se fundamenta sólo en la viabilidad biológica, punto de partida necesario para conseguir la reproducción y engorde de la especie en condiciones controladas, sino que también se asienta en la viabilidad técnica y en la económica. Así pues, las empresas de acuicultura deben procurar adaptarse tanto al medio natural, como al contexto económico y social en el que actúan (FAO, 2010; González Laxe, 2001).

La revisión de la literatura científica sobre piscicultura ha permitido identificar un importante número de trabajos que utilizan la rentabilidad de la actividad como indicador del efecto económico del factor analizado, entre los que cabe destacar los que la utilizan para analizar: el rendimiento económico de diferentes tipos de alimentación (Urban Jr. y Pruder, 1991; Moñino *et al.*, 2002; Sánchez Lozano *et al.*, 2007; Petersen *et al.*, 2011), la viabilidad económica de la explotación comercial de una especie o producto (Oca *et al.*, 2002; Jeffs y Hooker, 2000; Keys *et al.*, 2004; Poot-López y Gasca-Leyva, 2009; Shamshak y Anderson, 2009; García y García, 2010; Zúñiga, 2010), y el impacto que tienen las condiciones ambientales (Hatch *et al.*, 1998; León *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2007), el sistema de producción (Losordo y Westerman, 1994; Thongrak *et al.*, 1997; Goode *et al.*, 2002; Lever *et al.*, 2004; Taylor *et al.*, 2006; Liu; Sumaila, 2007 y Buck *et al.*, 2010) o la localización de la explotación (Moksness *et al.*, 1998; Gasca-Leyva *et al.*, 2002; Irz y McKenzie, 2003; Bozoglu y Ceyhan, 2009; Miao *et al.*, 2009; Petersen y Phuong, 2010; Huang *et al.*, 2011) sobre el resultado económico del proceso de cultivo.

A pesar de la importancia que tiene para el desarrollo del sector piscícola la rentabilidad de las empresas, no son numerosos los trabajos realizados desde la perspectiva empresarial. En España, García Arthus (2002) y Luna (2002) estudiaron la rentabilidad de las empresas acuícolas a partir de su información contable. El hecho de utilizar únicamente este tipo de información constituye, junto con la aplicación de técnicas de análisis univariante, su principal limitación.

El uso de una técnica de análisis multivariante en la estimación econométrica de un modelo lineal *ad-hoc*, supondría una evolución metodológica sobre los estudios anteriores. Este razonamiento sigue la línea de lo argumentado por Lev *et al.* (1978), Hernández (1986) y Azofra (1995) en sus trabajos sobre el nuevo enfoque del análi-

sis financiero¹. Estos autores afirman que las limitaciones de las técnicas de análisis financiero clásicas, derivadas del tratamiento secuencial de la información, tienen que ser superadas mediante la aplicación de técnicas multivariantes.

Otro de los objetivos de la revisión de la literatura científica es identificar qué factores inciden más en el rendimiento económico del cultivo de peces. El diseño del modelo se realiza a partir de las variables mediante las que se caracterizan dichos factores y que han demostrado ser relevantes en trabajos anteriores, lo que justifica teóricamente su utilización. El uso de estas variables está limitado por las restricciones de las fuentes de información de las empresas de acuicultura.

La rentabilidad se ha convertido en el indicador financiero más habitual para medir el acierto o fracaso de la gestión empresarial (Acosta *et al.*, 2002). Este concepto económico mide la relación entre los resultados monetarios obtenidos y los capitales empleados para obtenerlos: se trata, pues, de una medida de eficiencia. Según Rivero y Cuervo (1986) se puede diferenciar entre, la rentabilidad económica o de las inversiones, la rentabilidad financiera o de los capitales propios y la rentabilidad de mercado o rentabilidad para el accionista. El presente estudio se centra en el rendimiento económico de la actividad productiva, y deja el análisis de la estructura financiera de las empresas del sector para otras investigaciones. Por lo tanto, y siguiendo a García Arthus (2002) y Luna (2002), en este trabajo se utiliza la rentabilidad económica como indicador del éxito en la gestión empresarial.

Desde la perspectiva económica, el rendimiento de las inversiones está influido por la eficiencia operativa, el grado de libertad en la fijación del precio de venta y el grado de utilización del activo (Azofra, 1995). En consecuencia, la obtención de una mayor rentabilidad de los activos pasa por: una gestión eficiente de los costes de producción, a través de la cual minimizar los gastos para un nivel de producción determinado, una elevada eficacia comercial, con la que se pretende fijar el mayor precio de venta al producto comercializado y un elevado nivel de rotación del activo, mediante el cual se incrementa la utilización del mismo. La estrategia competitiva que sigue la empresa viene determinada por la relación entre la rotación del activo y el margen comercial (Porter, 1980), dependiendo este último de la eficiencia operativa y del grado de libertad en la fijación del precio de venta. La estrategia de liderazgo en costes se caracteriza por altas rotaciones del activo con bajos márgenes comerciales mientras que, al contrario, la estrategia de diferenciación implica márgenes comerciales más amplios con menores rotaciones del activo.

La dimensión de la empresa es considerada por muchos científicos como una cuestión económica, por lo que resulta habitual en la literatura científica utilizar como variable *proxy* del tamaño empresarial diferentes indicadores económicos tales como el valor de los activos (Suárez, 1977) o la cifra de ventas de la empresa (Gómez-Miranda y Rodríguez-Ariza, 2004). En la actividad piscícola el tamaño se relaciona comúnmente con la escala de producción, esta última medida a través de aspectos como la capacidad productiva instalada en m³ (Gasca-Leyva *et al.*, 2002)

¹ Como indica Azofra (1995), desde la publicación del trabajo de Lev *et al.* (1978) "Análisis de estados financieros. Un nuevo enfoque", existe una tendencia cada vez mayor en la literatura financiera a diferenciar entre análisis financiero clásico y análisis financiero moderno.

o la cantidad real de producto obtenida (Oca *et al.*, 2002). La relación del tamaño empresarial con el rendimiento económico de las empresas de piscicultura marina es estudiada en profundidad para el caso de la dorada por Gasca-Leyva *et al.* (2002), confirmando los resultados de su trabajo la presencia de economías de escala en el cultivo en jaulas flotantes. Esto implica que un aumento de la cantidad producida de kilogramos de pescado genera una disminución del coste unitario de producción y, por lo tanto, una mejora del rendimiento económico.

Por otro lado, para que la explotación comercial de una especie sea considerada por el sector privado, debe existir un proceso de cultivo eficiente que permita obtener un coste de producción lo suficientemente bajo como para poder añadirle un margen comercial y poder retribuir a los agentes que financian el proyecto (Luna, 2002). Un indicador muy utilizado para medir la eficiencia en el proceso de engorde es la tasa de conversión del alimento (Björnsson *et al.*, 2001; Klaoudatos y Conides, 1996; Handeland *et al.*, 2008; McCormick *et al.*, 1989; Van Ham *et al.*, 2003), que tiene una relación inversa con la eficiencia del proceso de engorde.

El proceso de alimentación –por su influencia en el proceso de engorde y en los costes de producción– ha sido uno de los aspectos técnicos más investigados ante la demanda de las empresas y los proveedores de piensos. El objetivo empírico clásico de estas investigaciones ha sido analizar la incidencia del pienso sobre aspectos técnicos y biológicos, como por ejemplo, el engorde, la tasa de conversión del alimento y la calidad del pescado. Recientes estudios ampliaron este objetivo a aspectos económicos como la rentabilidad del proceso de cultivo, en la línea del trabajo sobre la dorada de Moñino *et al.* (2002). Esto permitió identificar que el uso de piensos de mayor precio producía mejoras en los indicadores biológicos, que no siempre se correspondían con mejoras en los indicadores económicos. Se evidenció así la necesidad de considerar ambos aspectos a la hora de decidir sobre el tipo de piensos a utilizar en la empresa. Siguiendo a estos autores, en el presente trabajo se emplea el precio del pienso como variable *proxy* de la calidad del mismo, lo que permite contrastar si el uso de alimento de más calidad en la cría de dorada y lubina genera o no un rendimiento económico mayor.

Otro de los ámbitos que afectan al desarrollo y al resultado de la actividad piscícola es el medioambiental, ya que el lugar donde se ubican las instalaciones productivas condiciona una serie de factores que afectan a la competitividad de las empresas piscícolas (Gasca-Leyva *et al.*, 2002). La elección de una localización no conlleva unos parámetros medioambientales fijos y su evolución no es decisión de los gestores de la empresa. Sin embargo, las diferentes localizaciones tienen asociados unos parámetros que fluctúan en torno a unos valores medios que deben ser estudiados y analizados a fin de determinar qué localización presenta las condiciones medioambientales más beneficiosas para el desarrollo del cultivo de la especie en cuestión. En la línea propuesta por Gasca-Leyva *et al.* (2002), cabría considerar las condiciones medioambientales en las que se desarrolla el cultivo como un aspecto estratégico debido a que están condicionadas, en parte, por la localización, que es decidida por la empresa.

El factor medioambiental que concentra más trabajo de investigación es la temperatura del agua, considerado por muchos autores como el aspecto medioambiental que más influye sobre la tasa de conversión del alimento y el crecimiento y, en consecuencia, sobre el rendimiento económico de la actividad (Hernández *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2003; Gasca-Leyva *et al.*, 2002; Calderer, 2001; Corey *et al.*, 1983; Brett y Groves, 1979). En el caso de la dorada y la lubina, la relación entre la temperatura media del agua y el crecimiento es una curva con un máximo denominado temperatura óptima, próximo a 25 °C en la dorada (Gasca-Leyva *et al.*, 2002) y a 26 °C en la lubina (Person-Le Ruyet *et al.*, 2004), disminuyendo progresivamente el crecimiento a medida que la temperatura se aleja de dicha temperatura óptima. Las áreas de cultivo de estas dos especies en España no registran temperaturas medias anuales superiores a los valores óptimos citados, por lo que las empresas incluidas en el análisis empírico de este artículo se sitúan en el primer tramo de la curva.

3. Modelo e hipótesis

En el Cuadro 1 se detallan las hipótesis estadísticas propuestas a fin de responder a los objetivos de esta investigación. La hipótesis principal *HP* se contrasta a partir del contraste de significación conjunta del modelo. Por su parte, cada una de las demás hipótesis hace referencia a la relación teórica entre la variable endógena y una de las variables exógenas del modelo. Su contraste se realizará a partir de los contrastes de significación estadística individual de los parámetros del modelo.

El modelo propuesto para explicar la rentabilidad de las empresas de piscicultura marina se muestra en el Gráfico 1. Los signos² que aparecen en él indican el sentido esperado del efecto de las variables exógenas sobre la rentabilidad económica de las empresas, teniendo en cuenta las relaciones identificadas en la revisión de la literatura. En el modelo no aparecen todas las variables que afectan al rendimiento económico de la actividad. Sin embargo, su ausencia no significa que en este trabajo se les suponga menor relevancia. El hecho de que no estén presentes responde, por un lado, a la utilización de aquellas variables identificadas como más relevantes por la literatura previa y, por el otro, a una limitación a la hora de obtener información que permita cuantificarlas adecuadamente.

² Nótese que las ratios que miden la eficiencia se han calculado de manera que a menor valor de la ratio, mayor grado de eficiencia.

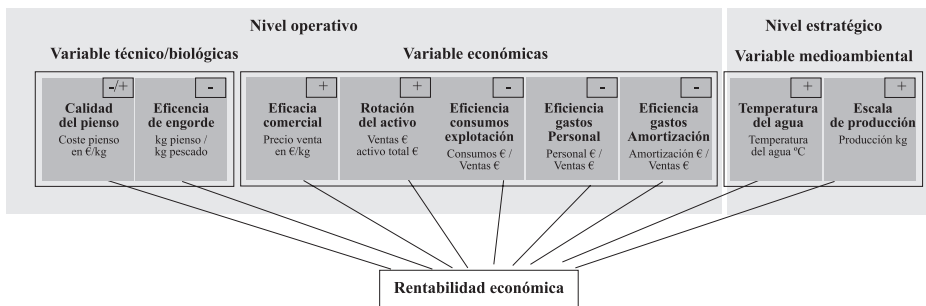
CUADRO 1
Hipótesis a contrastar en el modelo propuesto

Hipótesis	Enunciado
<i>Hipótesis Principal HP</i>	La rentabilidad económica de una empresa de piscicultura marina es el resultado de la influencia conjunta de factores medioambientales, técnico/biológicos y económicos.
<i>Hipótesis medioambiental H.1.1</i>	La temperatura del agua tiene una relación positiva con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis técnico/biológica H.2.1</i>	La calidad del pienso utilizado en la alimentación de los peces está relacionada positiva o negativamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis técnico/biológica H.2.2</i>	La eficiencia en el engorde de peces está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.1</i>	La eficacia comercial está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.2</i>	La rotación del activo está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.3</i>	La eficiencia en los consumos de explotación está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.4</i>	La eficiencia en los gastos de personal está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.5</i>	La eficiencia en los gastos de amortización está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.
<i>Hipótesis económica H.3.6</i>	La escala de producción está relacionada positivamente con la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina.

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 1

Modelo explicativo de la rentabilidad de las empresas de piscicultura marina



Fuente: Elaboración propia.

La explicación de la rentabilidad económica de las empresas de piscicultura marina se realiza a través de los efectos de variables procedentes de tres ámbitos de conocimiento distintos: el económico, el técnico-biológico y el medioambiental. La incidencia de los aspectos económicos se cuantifica a partir de una serie de variables, cuya relación esperada con la rentabilidad económica es positiva. Estas son la *eficiencia en los gastos de personal*, la *eficiencia en los gastos de amortización* y la *eficiencia en los consumos de explotación*, como indicadores de la eficiencia operativa; la *eficacia comercial* como indicador del grado de libertad en la fijación del precio de venta; y la *rotación del activo*, como indicador del grado de utilización del mismo. Además hay que tener en cuenta el aspecto estratégico de la dimensión empresarial como fuente de economías de escala. Por ello se utiliza la variable *escala de producción* como indicador de la dimensión empresarial. Al mismo tiempo, la influencia de las condiciones medioambientales se estudia por medio de la variable *temperatura del agua*, que tiene una relación positiva con la rentabilidad económica. Finalmente, la relevancia de los aspectos técnico-biológicos se analiza a partir de la *eficiencia de engorde* y la *calidad del pienso*, utilizándose ambas variables como indicadores de la eficiencia del proceso de cultivo piscícola.

4. Materiales y métodos

En el presente epígrafe se describen: la población, los métodos estadísticos utilizados para contrastar las hipótesis y, finalmente, la medición de las variables.

4.1. Población y obtención de los datos

El modelo empírico planteado se contrasta utilizando datos de empresas españolas de cultivo de dorada y lubina, dada su relevancia dentro del sector español de la piscicultura. En consecuencia, las conclusiones extraídas de los resultados de la estimación del modelo serán válidas para las empresas de cultivo de estas dos especies de peces. En este contexto, la población son todas aquellas empresas productoras de dorada y lubina en España. Según la información disponible en el directorio de instalaciones de acuicultura de la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) a 22 de junio de 2009, en España había censadas 109 empresas dedicadas al cultivo de estas dos especies. En el estudio se ha considerado objeto de análisis un subconjunto de la población integrado por todas aquellas empresas dedicadas al cultivo de dorada y lubina en España que integran dentro de su proceso productivo la fase de engorde, tienen forma jurídica de sociedad mercantil, desarrollaron una actividad continua en el periodo 2005/2007, gozan de una situación patrimonial estable³ y no comercializan otros productos que no sean esas dos especies de peces.

³ Se considera que no tienen una situación patrimonial estable aquellas empresas que están en quiebra técnica, es decir, que han registrado fondos propios negativos en sus cuentas anuales (Beaver, 1966).

La subpoblación resultante, que asciende a 47 empresas, no es una muestra representativa de la población, lo que supone una limitación a tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados.

La información procede de diversas fuentes, tanto económicas, como técnico-biológicas y ambientales, dado su carácter multidisciplinar. La información económica se obtuvo de la base de datos S.A.B.I. (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos) que dispone de informes económico-financieros de las sociedades mercantiles de España y Portugal. Se obtuvieron las cuentas anuales de las empresas con forma jurídica de sociedad mercantil para los años 2005, 2006 y 2007. Los datos biológicos y técnicos extraídos de la base de datos ACUIDIR de la Secretaría General del Mar del MARM contienen información sobre empresas, explotaciones de cultivo, especies cultivadas, producción y alimentación. Por último, la información medioambiental se obtuvo de la red de boyas de Puertos del Estado, accediéndose a los datos de temperatura del agua de las diferentes boyas situadas por esta red en el litoral mediterráneo y las Islas Canarias, zonas de actividad de las empresas objeto de análisis. Los datos, con 24 referencias diarias, abarcan un periodo que comprende desde el inicio de la actividad de cada una de las boyas hasta el 1 de marzo de 2009.

4.2. Métodos de contraste

Los resultados hasta ahora obtenidos por los estudios previos describen la situación y evolución de la rentabilidad de las empresas de acuicultura. Sin embargo, no determinan cuáles son los principales factores explicativos del rendimiento de las inversiones y cuál es la influencia que ejerce cada uno de ellos sobre la rentabilidad económica.

El presente trabajo pretende dar respuesta a los anteriores interrogantes a través de la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes. El modelo planteado en el Gráfico 1 representa una serie de relaciones lineales entre un conjunto de variables exógenas y una variable endógena. Se trata por tanto de un modelo de relaciones lineales *ad-hoc*, especificado analíticamente en una única ecuación de la siguiente manera:

$$Re_i = \alpha_1 + \beta_1 T_i + \beta_2 CP_i + \beta_3 TC_i + \beta_4 EC_i + \beta_5 ROT_i + \beta_6 ECE_i + \beta_7 EGP_i + \beta_8 EGA_i + \beta_9 A_i + \varepsilon_i \quad [1]$$

donde Re_i = Rentabilidad económica es la variable dependiente de la ecuación [1] cuyas variables explicativas son; T_i = Temperatura del agua, CP_i = Calidad del pienso, TC_i = Eficiencia de engorde, EC_i = Eficacia comercial, ROT_i = Rotación del activo, ECE_i = Eficiencia en los consumos de explotación, EGP_i = Eficiencia en los gastos de personal, EGA_i = Eficiencia en los gastos de amortización, A_i = Escala de producción y el término ε_i , que representa la perturbación del modelo.

El modelo planteado se contrasta utilizando datos de sección cruzada con observaciones correspondiente a tres periodos temporales distintos, los años 2005, 2006 y 2007. Esta situación hace posible la existencia de efectos específicos del ciclo eco-

nómico que afectan a la rentabilidad económica de las empresas. En consecuencia, es necesario incluir en la ecuación [1] dos variables dummy, *Dum1* y *Dum2*, que representan el año de la observación. Si los coeficientes estimados de estas variables resultaran significativos, confirmarían la presencia de variaciones en la rentabilidad económica derivadas del efecto temporal. Tras la incorporación a la ecuación [1] de las variables dummy, el modelo queda especificado analíticamente como sigue:

$$Re_i = \alpha_1 + \beta_1 T_i + \beta_2 CP_i + \beta_3 TC_i + \beta_4 EC_i + \beta_5 ROT_i + \beta_6 ECE_i + \beta_7 EGP_i + \beta_8 EGA_i + \beta_9 A_i + \beta_{10} Dum1_i + \beta_{11} Dum2_i + \varepsilon_i \quad [2]$$

Se realiza una primera estimación del modelo de regresión lineal múltiple mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios o MCO. En este proceso se utiliza el programa estadístico IBM SPSS Statistics 19. El análisis de los residuos confirma la presencia de heterocedasticidad y la ausencia de normalidad en la función de distribución de los mismos. Una de las soluciones más habituales a estos problemas es la transformación de las variables del modelo. En este caso, los residuos presentan una distribución asimétrica negativa, y por lo tanto, la transformación idónea es la potenciación. Se eleva la variable Re_i al cuadrado y al cubo sin resolver el problema de asimetría en la distribución. También se intenta sin éxito corregir la heterocedasticidad aplicando la estimación por Mínimos Cuadrados Ponderados.

Las alternativas adoptadas no resuelven los problemas identificados en la estimación de los parámetros del modelo por el método MCO. Por lo tanto, se recurre a un método de estimación robusto frente al incumplimiento de la forma de la distribución, como es la estimación bayesiana (Arbuckle, 2006). Una de las grandes ventajas de este método de estimación es que no asume a priori ningún tipo de distribución para estimar los parámetros. De esta forma, los intervalos de confianza y el contraste de las relaciones entre las variables del modelo no dependen de una función de distribución determinada. Otra de las ventajas de la estimación bayesiana es que, a diferencia de otros métodos como la regresión lineal o el análisis de componentes principales, no requiere datos completos. Esto hace muy apropiada su aplicación a conjuntos de datos como el del presente estudio, que tiene datos ausentes (*missing values*).

La estimación bayesiana combina los datos observados con cualquier conocimiento anterior sobre el modelo o distribución de los parámetros, para alcanzar una distribución posterior que resuma el estado del conocimiento sobre los parámetros. En este método de estimación suele ser determinante la definición de la probabilidad previa del valor de los parámetros, dándose principalmente dos opciones (Rasmussen, 2001): seleccionar distribuciones informativas previas basadas en conocimientos teóricos de otras disciplinas o en la experiencia empírica anterior. Esta opción recibe a menudo críticas debido al grado de subjetividad al que está expuesta por el hecho de que es el investigador quien decide la distribución previa. O bien, ponderar todos los valores de cada uno de los parámetros del modelo con la misma probabilidad, lo que se denomina distribución previa uniforme o difusa. En este caso, al no utilizar información previa en las distribuciones, se puede hacer inferencia bayesiana obje-

tiva. Esta última opción es la aplicada en la estimación de los parámetros del modelo planteado en este trabajo. El programa estadístico SPSS AMOS 18, con el que se realiza la estimación bayesiana en este estudio, aplica por defecto a cada parámetro una distribución uniforme en el intervalo $[- 3,14 \cdot 10^{-38}, 3,4 \cdot 10^{38}]$ (Arbuckle, 2006).

En la estimación de los parámetros del modelo se ha modelado el comportamiento de los residuos, considerando que los errores no están correlacionados consigo mismos ni con las variables exógenas, que su media es cero y su varianza constante. Estas restricciones que se tienen en cuenta a la hora de estimar los parámetros del modelo evitan rigideces de las relaciones que se plantean o posibles problemas en las hipótesis de partida del modelo (multicolinealidad, heterocedasticidad, autocorrelación o endogeneidad) que otras metodologías pueden presentar (Lévy *et al.*, 2003), como ocurre en este caso con la regresión lineal múltiple.

4.3. Medición de las variables

Las variables incluidas en el modelo son aleatorias (a excepción de las dos variables ficticias *Dum1* y *Dum2*). En concreto son variables continuas, es decir, no presentan separaciones o interrupciones en la escala que pueden tomar. Dado que en la estimación bayesiana del modelo se asume una distribución previa difusa, se supone que la distribución de probabilidad de las variables explicativas es uniforme (Arbuckle, 2006). La definición de las variables y su cuantificación se ha realizado de la siguiente forma:

- *Variables económicas*: se miden a través de ratios calculadas a partir de la información de las cuentas anuales de las empresas y son: la *rentabilidad económica* (Re_i) calculada mediante la ratio beneficio antes de intereses e impuestos (BAIT) entre el valor del activo total de la empresa (Rivero y Cuervo, 1986), la *rotación del activo* (ROT_i) medida mediante el valor de la cifra de ventas entre el valor del activo total (Rivero y Cuervo, 1986), la *eficiencia en los consumos de explotación* (ECE_i) determinada por medio de la ratio consumos de explotación entre el valor de las ventas, la *eficiencia en los gastos de personal* (EGP_i) resultado de dividir la cifra de gastos de personal entre el valor de las ventas, la *eficiencia en los gastos de amortización* (EGA_i) calculada por medio de la ratio gastos de amortización entre la cifra de ventas, al igual que utilizó Luna (2002) el valor de las ventas para estandarizar el valor de las partidas de gasto en su análisis económico de la maricultura en España, y la *eficacia comercial* (EC_i) medida a través del precio medio de venta del producto en €/kg. Respecto a la *escala de producción* (A_i), en este trabajo –al igual que en el de Oca *et al.* (2002)– se utiliza la producción real en kilogramos obtenida de la base de datos del MARM, eliminándose así el sesgo que la eficacia comercial puede ejercer sobre el valor de las ventas como aproximación de la dimensión empresarial.
- *Variables técnico-biológicas*: por un lado, la *calidad del pienso* (CP_i) medida a través de la variable *proxy* del coste medio del kilogramo de pienso.

Su valor se calcula como el coste de los aprovisionamientos en euros entre la cantidad consumida de kilogramos de pienso (Moñino *et al.*, 2002). Por el otro, la *eficiencia de engorde* (TC_i) medida por medio de la tasa de conversión del alimento. Su valor representa los kilogramos de pienso consumidos para obtener un kilogramo de biomasa de pescado, como en Hernández *et al.* (2003).

- *Variable medioambiental*: la *temperatura del agua* (T_i) se mide como la temperatura media anual del agua en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

5. Resultados

Los resultados de un análisis descriptivo de las variables explicativas del modelo y de sus coeficientes de correlación simple de Pearson (Cuadro 2) muestran una gran dispersión en los valores de las variables técnico-económicas, lo que indica una discrecionalidad muy importante por parte de los gestores de las empresas de cría de dorada y lubina.

CUADRO 2

Media, desviación típica y correlaciones simples de las variables explicativas del modelo

Var.	Media	Des.Tip	ECE	EGP	EGA	ROT	A	EC	CP	TC	T
ECE	0,59	0,55	1,000								
EGP	0,20	0,19	0,026***	1,000							
EGA	0,19	0,30	-0,254	0,074	1,000***						
ROT	0,69	0,62	0,124	-0,182	-0,327	1,000					
A	359.249,00	391.059,00	0,116	-0,146	-0,195	0,016**	1,000**				
EC	4,93	2,02	0,019*	-0,130***	-0,145	0,216*	-0,244	1,000***			
CP	2,40	3,10	0,189	-0,268	-0,114	0,183	0,092**	0,364	**		
TC	3,07	3,22	-0,211	-0,024	-0,071	0,131	-0,199***	0,467	-0,267	1,000	
T	19,95	1,43	0,192	-0,208	-0,050	-0,179	-0,369	0,081	0,158	-0,050	1,000

Niveles de significación: *** Nivel de significación del 1%. ** Nivel de significación del 5%. * Nivel de significación del 10%.

Fuente: Elaboración propia.

Las múltiples correlaciones contrastadas entre las variables explicativas señalan la existencia de interacciones entre ellas, asociadas a la estrategia productiva y comercial. Las interacciones sirven de base para plantear modelos más complejos que permitan comprender cuáles son los principales factores que determinan el rendimiento de la actividad.

Es necesario destacar algunos de los resultados mostrados en el Cuadro 2. Existe una gran variedad en la calidad del pienso utilizado por los gestores de las empresas de cultivo de dorada y lubina en sus estrategias de alimentación ($\overline{CP} = 2,40$; $\sigma = 3,10$). La utilización de piensos de más calidad contribuye a obtener una mayor eficiencia en el proceso de engorde ($r_{xy} = -0,267^{***}$ para $x = CP$ e $y = TC$)⁴. Sin embargo, no se alcanza un mayor rendimiento económico puesto que reduce la eficiencia en los consumos de explotación ($r_{xy} = 0,189^*$ para $x = CP$ e $y = ECE$), es decir, genera un mayor coste de alimentación. Por el contrario, el uso de alimento de menos calidad genera una menor eficiencia del engorde, pero una mayor eficiencia en los consumos de explotación. Esta última opción permite establecer precios de venta más competitivos ($r_{xy} = 0,364^{***}$ para $x = CP$ e $y = EC$). Las empresas con una mayor escala de producción, alcanzan un grado más elevado de eficiencia en el proceso de engorde ($r_{xy} = -0,199^{**}$ para $x = A$ e $y = TC$) y comercializan su producto a un precio más competitivo ($r_{xy} = -0,244^{**}$ para $x = A$ e $y = EC$).

En el Cuadro 3 se resumen los resultados obtenidos en la estimación del modelo empírico para el caso de las empresas españolas de dorada y lubina. La bondad de ajuste del modelo estimado por el método bayesiano es buena, ya que el valor p prospectivo de la distribución posterior⁵ es igual a 0,5. Las variables exógenas incluidas en el modelo explican el 57,3% de la varianza de la variable dependiente, dado que el indicador de la bondad de ajuste del modelo $\overline{R}^2 = 0,573$. El contraste de significación conjunta del modelo se realiza a partir de un análisis de la varianza en el que se especifican las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = 0$$

$$H_1: \text{No } H_0$$

La hipótesis nula afirma que el valor poblacional de R es cero. El estadístico F que se utiliza para realizar el contraste de hipótesis sigue una distribución F de Snedecor con $k-1$ grados de libertad en el numerador y $n-k$ grados de libertad en el denominador⁶. Si $F_0 \geq F_{k-1, n-k; \alpha}$ se rechaza la H_0 al nivel de significación α y por lo tanto el modelo es estadísticamente significativo. El resultado obtenido ($F_0 = 11,341 > F_{10, 130; 0,01} = 2,460$) permite rechazar la hipótesis nula H_0 a un nivel de significación del 1 por 100. Por lo tanto, se puede afirmar que las variables explicativas del modelo explican conjuntamente una parte significativa de la variabilidad de la rentabilidad económica de las empresas de dorada y lubina. En consecuencia, en el cultivo de estas dos especies se acepta la hipótesis principal HP .

⁴ El término r_{xy} representa el valor del coeficiente de correlación simple de Pearson que cuantifica la fuerza de la relación lineal entre dos variables cuantitativas denominadas x e y .

⁵ Los valores de significación (p -values) predictivos posteriores fluctúan entre 0 y 1. Valores iguales a 0,5 indican un buen ajuste del modelo, mientras que valores próximos a 0 o 1 muestran un mal ajuste (Lee y Song, 2003).

⁶ La k representa el número de variables regresoras en el modelo propuesto. En esta ocasión $k = 11$. La n representa el número de observaciones presentes en el conjunto de datos analizado. En este caso $n = 141$.

El siguiente paso es interpretar los resultados obtenidos en la estimación de los parámetros que representan las relaciones de causalidad entre las variables explicativas y la variable dependiente Re_i . Se observa que las relaciones teóricas definidas por los parámetros estimados son significativas usando niveles de significación inferiores o iguales al 10 por 100, salvo en el caso de las variables *dummy* $Dum1$ y $Dum2$ y de la *Calidad del pienso* (CP_i). Al no ser significativas las relaciones definidas por las variables *dummy* se puede rechazar la existencia de efectos específicos del ciclo económico que pudieran estar afectando a la rentabilidad de las empresas y que por lo tanto, impedirían el análisis conjunto de los datos. A continuación se exponen los resultados de los contrastes de significación estadística individual de los parámetros del modelo, para las empresas de cultivo de dorada y lubina en España. En la estimación bayesiana, los intervalos de confianza utilizados en el contraste de hipótesis se obtienen a partir de la función de distribución de probabilidad *a posteriori* de cada uno de los parámetros del modelo (Berger, 1985; Lee, 1989; Arbuckle, 2006). En este estudio, las funciones de distribución *a posteriori* se obtienen a través del programa informático SPSS AMOS 18.

CUADRO 3
Solución estandarizada del modelo

Variables	Coefficientes estandarizados Bayes
Rentabilidad Económica (Re) ← Temperatura del agua (T)	0,384*
Rentabilidad Económica (Re) ← Calidad del pienso (CP)	-0,262
Rentabilidad Económica (Re) ← Eficiencia de engorde (TC)	-0,256**
Rentabilidad Económica (Re) ← Eficacia comercial (EC)	0,356**
Rentabilidad Económica (Re) ← Rotación del activo (ROT)	0,419***
Rentabilidad Económica (Re) ← Eficiencia consumos explotación (ECE)	-0,674***
Rentabilidad Económica (Re) ← Eficiencia gastos personal (EGP)	-0,192*
Rentabilidad Económica (Re) ← Eficiencia gastos amortizaciones (EGA)	-0,182*
Rentabilidad Económica (Re) ← Escala (A)	0,293*
Rentabilidad Económica (Re) ← Dum 1	0,017
Rentabilidad Económica (Re) ← Dum 2	0,090
Indicadores de bondad de ajuste del modelo	Valor del indicador
\bar{R}^2	0,573
F	11,341***
Valor- p distribución posterior (PPP)	0,5

Niveles de significación: *** Nivel de significación del 1%. ** Nivel de significación del 5%. * Nivel de significación del 10%.

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis medioambiental (H.1.1): para realizar la prueba de significación de la hipótesis *H.1.1* se establecen las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la influencia de la variable temperatura del agua (T_i) en la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina es nula. El intervalo de confianza obtenido es $P(0,204 \leq \beta_1 \leq 8,863) = 0,90$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera del intervalo de confianza o región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 10 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la temperatura del agua y la rentabilidad económica que obtiene la empresa. Además, el signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis *H.1.1*. El valor del coeficiente de regresión estandarizado ($\beta_1 = 0,384$) indica que esta variable, junto con la rotación del activo (ROT_i) y la eficiencia en los consumos de explotación (ECE_i), es la que influye en mayor medida en la rentabilidad económica de estas empresas.

Hipótesis técnico/biológicas (H.2.1 y H.2.2): en primer lugar, se especifican las siguientes hipótesis estadísticas para el contraste de la hipótesis *H.2.1*:

$$H_0: \beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_2 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la calidad del pienso (CP_i) utilizado para alimentar a los peces no influye en la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina. El intervalo de confianza obtenido es $P(-3,252 \leq \beta_2 \leq 0,198) = 0,90$. El valor recogido en H_0 se encuentra dentro de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, no existe evidencia empírica suficiente para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significación del 10 por 100. En consecuencia, el contraste no es estadísticamente significativo y no se puede afirmar que la hipótesis *H.2.1* sea cierta.

Para realizar la prueba de significación de la hipótesis *H.2.2* se definen las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_1: \beta_3 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) asegura que la eficiencia de engorde (TC_i) de peces no tiene ninguna relación con la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina. El intervalo de confianza obtenido es $P(-2,800 \leq \beta_3 \leq -0,046) = 0,95$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 5 por 100. La aceptación de la hipótesis alternativa H_1 permite afirmar que existe una relación significativa entre la eficiencia de engorde de los peces y la rentabilidad económica de la actividad. Además, el signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva⁷. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis $H.2.2$. Sin embargo, el valor del coeficiente de regresión estandarizado ($\beta_3 = -0,256$) indica que este factor tiene un bajo poder explicativo de la variable dependiente.

Hipótesis económicas (H.3.1, H.3.2, H.3.3, H.3.4, H.3.5 y H.3.6): los aspectos económicos son los que inciden en mayor medida en la rentabilidad económica de las empresas de cría de dorada y lubina. Para realizar la prueba de significación de la hipótesis $H.3.1$ se definen las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \beta_4 = 0$$

$$H_1: \beta_4 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) especifica que el efecto de la eficacia comercial (EC_i) sobre la variable dependiente (Re_i) es nulo. El intervalo de confianza obtenido es $P(0,107 \leq \beta_4 \leq 1,051) = 0,95$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 5 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la eficacia comercial y la rentabilidad económica de la empresa. Además, el signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación concuerda con la relación esperada planteada en el Gráfico 1. Tomando como base la evidencia empírica obtenida se acepta la hipótesis $H.3.1$.

En el caso de la hipótesis $H.3.2$ se especifican las siguientes hipótesis estadísticas para realizar la prueba de significación:

$$H_0: \beta_5 = 0$$

$$H_1: \beta_5 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la rotación del activo (ROT_i) tiene una incidencia nula sobre la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina. El intervalo de confianza obtenido es $P(4,907 \leq \beta_5 \leq 19,631) = 0,99$. El valor reco-

⁷ En este punto es necesario recordar que los ratios que miden la eficiencia se han calculado de manera que a menor valor de la ratio, mayor grado de eficiencia. Esta situación se repite a continuación en las pruebas de significación de las hipótesis $H.3.3$, $H.3.4$ y $H.3.5$.

gido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 1 por 100. Se contrasta así una relación significativa entre la rotación del activo y la rentabilidad económica de estas empresas. Además, el signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis $H.3.2$.

Para realizar la prueba de significación de la hipótesis $H.3.3$ se especifican las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \beta_6 = 0$$

$$H_1: \beta_6 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la influencia de la eficiencia en los consumos de explotación (ECE_i) en la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina es nula. El intervalo de confianza obtenido es $P(-31,416 \leq \beta_6 \leq -13,468) = 0,99$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 1 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la eficiencia en los consumos de explotación y la rentabilidad económica que obtiene la empresa. Además, el signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis $H.3.3$. El valor del coeficiente de regresión estandarizado ($\beta_6 = -0,674$) indica que la eficiencia en los consumos de explotación es la variable más importante a la hora de explicar la variabilidad de la rentabilidad económica.

En el caso de la hipótesis $H.3.4$ se especifican las siguientes hipótesis estadísticas para realizar la prueba de significación:

$$H_0: \beta_7 = 0$$

$$H_1: \beta_7 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la incidencia de la eficiencia en los gastos de personal (EGP_i) sobre la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina es nula. El intervalo de confianza obtenido es $P(-35,862 \leq \beta_7 \leq -0,912) = 0,90$. El valor recogido en la H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de la H_0 . En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 10 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la eficiencia en los gastos de personal y la rentabilidad económica que obtiene la empresa. El signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación concuerda con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis $H.3.4$.

Para realizar la prueba de significación de la hipótesis *H.3.5* se especifican las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \beta_8 = 0$$

$$H_1: \beta_8 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la incidencia de la eficiencia en los gastos de amortización (EGA_i) sobre la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina es nula. El intervalo de confianza obtenido es $P(-21,873 \leq \beta_8 \leq -0,439) = 0,90$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 10 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la eficiencia en los gastos de amortización y la rentabilidad económica que obtiene la empresa. El signo de los valores incluidos en el intervalo de confianza señala que la relación entre estas variables es positiva. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis *H.3.5*.

Finalmente, para realizar la prueba de significación de la hipótesis *H.3.6* se especifican las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \beta_9 = 0$$

$$H_1: \beta_9 \neq 0$$

La hipótesis nula (H_0) afirma que la influencia de la escala de producción (A_i) sobre la rentabilidad económica (Re_i) de las empresas de piscicultura marina es nula. El intervalo de confianza obtenido es $P(0,00001 \leq \beta_9 \leq 0,00003) = 0,90$. El valor recogido en H_0 se encuentra fuera de la región de aceptación de H_0 . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 10 por 100. Se contrasta una relación significativa entre la escala de producción y la rentabilidad económica que obtiene la empresa. Al mismo tiempo, la relación entre las dos variables es positiva, dado que los valores incluidos en el intervalo de confianza obtenido son positivos. Esta relación coincide con la relación esperada a partir de la evidencia empírica previa. En función de los resultados de la prueba de significación, se acepta la hipótesis *H.3.6*.

6. Conclusiones

El presente trabajo propone un modelo explicativo de la rentabilidad de las empresas de piscicultura marina que integra factores medioambientales, técnico-biológicos y económicos que condicionan la rentabilidad y, con ello, la creación de valor de las empresas de este sector de actividad. El desarrollo del modelo explicativo posee dos justificaciones: la primera de carácter práctico, para conseguir evidencias empíricas

que permitan explicar las causas por las que las empresas de esta actividad no obtienen unos resultados congruentes con el crecimiento de la demanda de los productos que ofertan. La segunda, de carácter teórico, para identificar e integrar en un mismo modelo los avances específicos realizados en cada una de las áreas de conocimiento que influyen sobre el resultado de la actividad piscícola. Los resultados obtenidos de su aplicación al cultivo de dorada y lubina en España aportan evidencias empíricas que pueden ser de utilidad para gestores de empresas e instituciones reguladoras, con el fin de conseguir el desarrollo sostenible de la piscicultura. El conjunto de datos analizados es una subpoblación que no representa una muestra representativa de la población, por lo que los resultados del estudio no pueden generalizarse al conjunto de las empresas españolas de dorada y lubina y únicamente son válidos para las empresas que cumplen los criterios que definen la subpoblación. A continuación, se exponen las principales conclusiones del estudio.

El empleo de perspectivas multidisciplinares resulta útil para aclarar el proceso de creación de valor en las empresas de cultivo de dorada y lubina. El modelo de relaciones lineales planteado permite explicar el 57,3% de la varianza de la rentabilidad económica de la actividad, incluyendo las variables que representan los distintos ámbitos de conocimiento, permitiendo aislar el efecto de cada variable sobre la rentabilidad, y replicando las relaciones teóricas esperadas a partir de otras investigaciones específicas de cada ámbito. El resultado de dicha estimación evidencia la importancia de tener en cuenta todos los ámbitos analizados, si bien, resalta los aspectos ambientales y económicos como los más influyentes en la rentabilidad de las empresas de cultivo de estas dos especies.

Las condiciones medioambientales existentes en la ubicación de la explotación, y en concreto la temperatura del agua, condicionan en gran medida la rentabilidad económica de las empresas de cría de dorada y lubina. El resultado obtenido concluye que una buena parte de las expectativas de éxito de estas empresas depende de la capacidad para localizar las instalaciones de cultivo en entornos cuyas condiciones medioambientales favorezcan la cría de estas especies.

Los aspectos técnico-biológicos, cuya importancia es vital para el inicio de la explotación acuícola de una especie, pierden importancia a medida que los procesos de producción se estandarizan, como en el caso de la dorada y lubina. El resultado alcanzado indica que las empresas piscícolas dedicadas al cultivo de estas especies no obtienen ventajas competitivas asociadas a factores técnicos. La explicación a este sorprendente resultado se puede encontrar en la normalización y difusión de las tecnologías de producción, piensos e infraestructura de las instalaciones, que son ofertadas sin restricciones en el mercado por empresas globalizadas.

La dimensión de la empresa y su estrategia competitiva, determinada por la rotación del activo y el margen comercial, son los factores más relevantes para explicar la rentabilidad económica de las empresas de cultivo de dorada y lubina. Esta conclusión es coherente con la realidad empresarial del sector piscícola. La importancia de estos factores tiene su origen en el entorno económico globalizado en el que compiten las empresas en la actualidad, que condiciona la competencia en los mercados. En el caso español, las importaciones de dorada, lubina y otras especies sustitutivas

han incrementado la competencia en el mercado. Como consecuencia, los precios de comercialización han disminuido hasta niveles que en muchos casos están por debajo del coste de producción. La principal respuesta de las empresas a la pérdida de competitividad ha sido un cambio en la estrategia competitiva consistente en la venta de una mayor cantidad de producto con un margen comercial menor, es decir, en aplicar una estrategia de liderazgo en costes. Al mismo tiempo, se produce un proceso de concentración empresarial que pretende aprovecharse de las economías de escala existentes en el cultivo de estas dos especies. Esta situación, unida a la pérdida de importancia de los aspectos técnico-biológicos, revela que, en la actualidad, la creación de valor con esta actividad es fundamentalmente un problema económico. Este problema requiere la capacitación de la dirección para abordar la complejidad que supone la gestión de esta actividad.

Finalmente, es necesario señalar que, a pesar de que los malos resultados económicos obtenidos por las empresas de cultivo de dorada y lubina en el periodo de análisis justifican la realización de este trabajo, el filtro empleado en la selección de las empresas objeto de estudio (aquéllas con actividad continua y estabilidad patrimonial) supone una limitación a la hora de interpretar los resultados que únicamente son válidos para explicar la rentabilidad de las empresas económicamente viables.

Por otro lado, el uso de perspectivas multidisciplinares requiere la obtención de datos de diferentes fuentes de información con restricciones y periodicidades distintas. Un buen ejemplo son los datos de temperatura del agua, procedentes de boyas que aportan datos diarios, y los datos económicos, extraídos de la información contable anual. Ello obliga a un importante esfuerzo de homogeneización de la información que limita en parte su interpretación. Se justifica así el empleo de metodologías experimentales en la mayor parte de los trabajos que, aunque no sean directamente aplicables a la explicación de los problemas reales de la actividad, proporcionan mayor robustez a los resultados.

Referencias

- Acosta, M., Correa, A. y González Pérez, A.L. (2002). "Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, XXXI(112): 395-430.
- Arbuckle, J.L. (2006). *Amos 7.0 user's guide*. SPSS, Chicago.
- Azofra, V.T. (1995). "Sobre el análisis financiero y su nueva orientación". *Anales de Estudios Económicos y Empresariales*, (10): 9-28.
- Beaver, W.H. (1966). "Financial ratios as predictors of failure". *Journal of Accounting Research*, (4): 71-111. <http://doi.org/bn2fnn>
- Berger, J.O. (1985). *Statistical decision theory and Bayesian analysis*. Springer-Verlag New York Inc, New York.

- Björnsson, B., Steinarsson, A. y Oddgeirsson, M. (2001). "Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua* L.)". *ICES Journal of Marine Science*, 58(1): 29-38. <http://doi.org/fhsppq>
- Bozoglu, M. y Ceyhan, V. (2009). "Cost and profitability analysis for trout and sea bass production in the Black Sea, Turkey". *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 217-222.
- Brett, J.R. y Groves, T.D.D. (1979). "Physiological energetics". En Hoar, W.S., Randall, D.J. y Bret J.R. (Eds.): *Fish Physiology, Vol. VIII*. Academic Press. London: 279-347.
- Buck, B.H., Ebeling, M.W. y Michler-Cieluch, T. (2010). "Mussel cultivation as a co-use in offshore wind farms: Potential and economic feasibility". *Aquaculture Economics and Management*, 14(4): 255-281. <http://doi.org/d3vpt7>
- Calderer, A. (2001). *Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada (Sparus aurata)*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Corey, P.D., Leith, D.A. y English, M.J. (1983). "A growth model for coho salmon including effects of varying ration allotments and temperature". *Aquaculture*, 30(1-4): 125-143. <http://doi.org/dz8s5h>
- FAO. (2009). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2008*. Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO. (2010). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2010*. Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- García Arthus, E. (2002). "Evolución de la rentabilidad del sector de la acuicultura en Galicia". En López Iglesias, E. y Ares, J.J. (Eds.): *Novos escenarios para a economía galega: Actas do II Congreso de Economía de Galicia*. Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela: 537-549.
- García, G.J. y García, G.B. (2010). "Econometric model of viability/profitability of ongrowing sharp snout sea bream (*Diplodus puntazzo*) in sea cages". *Aquaculture International*, 18(5): 955-971. <http://doi.org/dm6cbz>
- Gasca-Leyva, E., León, C.J. y Hernández, J.M. (2003). "Management strategies for seabream (*Sparus aurata*) cultivation in floating cages in the Mediterranean sea and Atlantic Ocean". *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(1): 29-39. <http://doi.org/fr7qtn>
- Gasca-Leyva, E., León, C.J., Hernández, J.M. y Vergara, J.M. (2002). "Bioeconomic analysis of production location of seabream (*Sparus aurata*) cultivation". *Aquaculture*, 213(1-4): 219-232. <http://doi.org/fgjq3j>
- Gómez-Miranda, M.E. y Rodríguez-Ariza, L. (2004). "Evidencia empírica entorno al estudio del factor tamaño como condicionante empresarial". *Revista de Contabilidad*, 7(13): 167-197.

- González Laxe, F. (2001). "La acuicultura y su posición competitiva en los mercados". *Boletín económico de ICE : Información Comercial Española*, (2696): 33-46.
- Goode, T., Hammig, M. y Brune, D. (2002). "Profitability comparison of the partitioned aquaculture system with traditional catfish farms". *Aquaculture Economics and Management*, 6(1-2): 19-38. <http://doi.org/bszbfbc>
- Handeland, S.O., Imsland, A.K. y Stefansson, S.O. (2008). "The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts". *Aquaculture*, 283(1-4): 36-42. <http://doi.org/fs8r6w>
- Hatch, U., Hanson, T.R., Kim, M.K. y Lovell, R.T. (1998). "Economic analysis of overwinter feeding regimens for channel catfish (*Ictalurus punctatus*)". *Aquaculture Economics and Management*, 2(3): 141-150. <http://doi.org/cbkmmj>
- Hernández, A.I. (1986). "El diagnóstico financiero de la empresa: nuevas tendencias en el análisis". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, (49): 113-132.
- Hernández, J.M., León-Santana, M. y León, C.J. (2007). "The role of the water temperature in the optimal management of marine aquaculture". *European Journal of Operational Research*, 181(2): 872-886. <http://doi.org/fjrvt>
- Hernández, J.M., Gasca-Leyva, E., León, C.J. y Vergara, J.M. (2003). "A growth model for gilthead seabream (*Sparus aurata*)". *Ecological Modelling*, 165(2-3): 265-283. <http://doi.org/cjp3bx>
- Huang, C.T., Miao, S., Nan, F.H. y Jung, S.M. (2011). "Study on regional production and economy of cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture". *Aquaculture International*, 19(4): 649-664. <http://doi.org/ctr7bs>
- Irz, X. y McKenzie, V. (2003). "Profitability and technical efficiency of aquaculture systems in Pampanga, Philippines". *Aquaculture Economics and Management*, 7(3-4): 195-211. <http://doi.org/fc7nhv>
- Jeffs, A. y Hooker, S. (2000). "Economic feasibility of aquaculture of spiny lobsters *Jasus edwardsii* in temperate waters". *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(1): 30-41. <http://doi.org/c55jjv>
- Keys, S.J., Crocos, P.J. y Cacho, O.J. (2004). "Commercial grow-out performance and cost-benefit analysis for farm production of the brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*)". *Aquaculture Economics and Management*, 8(5-6): 295-308. <http://doi.org/fdbhd5>
- Klaoudatos, S.D. y Conides, A.J. (1996). "Growth, food conversion, maintenance and long-term survival of gilthead sea bream, (*Sparus auratus* L.), juveniles after abrupt transfer to low salinity". *Aquaculture Research*, 27(10): 765-774. <http://doi.org/dn82wj>
- Lee, P.M. (1989). *Bayesian Statistics: An introduction*. Oxford University Press, New York.
- Lee, S.Y. y Song, X.Y. (2003). "Bayesian analysis of structural equation models with dichotomous variables". *Statistics in Medicine*, 22(19): 3073-3088. <http://doi.org/cjfw5>

- León, C.J., Hernández, J.M. y León-Santana, M. (2006). "The effects of water temperature in aquaculture management". *Applied Economics*, 38(18): 2159-2168. <http://doi.org/b6d8hn>
- Lev, B., Castañeda, P. y Abad, J. (1978). *Análisis de estados financieros: un nuevo enfoque*. Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC, Madrid.
- Lever, C., Lymbery, A.J. y Doupe, R.G. (2004). "Preliminary comparisons of yield and profit achieved from different rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, production systems in inland Western Australia". *Journal of Applied Aquaculture*, 16(1-2): 63-73. <http://doi.org/fbhvpi>
- Lévy, J.P., Varela, J. y Abad, J. (2003). *Análisis multivariable para las ciencias sociales*. Pearson Prentice-Hall, Madrid.
- Liu, Y. y Sumaila, U.R. (2007). "Economic analysis of netcage versus sea-bag production systems for salmon aquaculture in British Columbia". *Aquaculture Economics and Management*, 11(4): 371-395. <http://doi.org/fjb44g>
- Losordo, T.M. y Westerman, P.W. (1994). "An analysis of biological, economic, and engineering factors affecting the cost of fish production in recirculating aquaculture systems". *Journal of the World Aquaculture Society*, 25(2): 193-203. <http://doi.org/ccx7cb>
- Luna, L. (2002). "Economic analysis of finfish mariculture operations in Spain". *Aquaculture Economics and Management*, 6(1-2): 65-79. <http://doi.org/dfb6nr>
- Mardones, F.O., Pérez, A.M. y Carpenter, T.E. (2009). "Epidemiologic investigation of the re-emergence of infectious salmon anemia virus in Chile". *Diseases of Aquatic Organisms*, 84(2): 105-114. <http://doi.org/dtcg75>
- McCormick, S.D., Saunders, R.L. y MacIntyre, A.D. (1989). "The effect of salinity and ration level on growth rate and conversion efficiency of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts". *Aquaculture*, 82(1-4): 173-180. <http://doi.org/ftvms>
- Miao, S., Jen, C.C., Huang, C.T. y Hu, S.H. (2009). "Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan". *Aquaculture International*, 17(2): 125-141. <http://doi.org/cqtk2>
- Moksness, E., Støle, R. y Der Meeren, G.V. (1998). "Profitability analysis of sea ranching with Atlantic salmon (*Salmo salar*), Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), and European lobster (*Homarus gammarus*) in Norway". *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 689-699.
- Moñino, A., Tomás, A., Fernández, M., Lázaro, R., Pérez, L., Espinós, F.J., Tiana, A. y Jover, M. (2002). "Estudio del crecimiento, del aprovechamiento nutritivo y de la productividad económica de la dorada *Sparus auratus* L., 1758 alimentada con piensos comerciales de diferente contenido en proteína y lípidos". *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 18(1-4): 275-280.
- Oca, J., Reig, L. y Flos, R. (2002). "Is land-based sea bream production a feasible activity on the northwest Mediterranean coast? Analysis of production costs". *Aquaculture International*, 10(1): 29-41. <http://doi.org/frkp2s>

- Paquotte, P. (1999). "L'entreprise aquacole: spécificités économiques". En Miner, M.C. y Kempf, M. (Eds.): *Aquaculture et environnement: Poissons marins*. AC Ifremer, France: 33-45.
- Person-Le Ruyet, J., Mahé, K., Le Bayon, N. y Le Delliou, H. (2004). "Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*". *Aquaculture*, 237(1-4): 269-280. <http://doi.org/bwndst>
- Petersen, E.H. y Phuong, T.H. (2010). "Tropical spiny lobster (*Panulirus ornatus*) farming in Vietnam - bioeconomics and perceived constraints to development". *Aquaculture Research*, 41(10): 634-642. <http://doi.org/d84fv9>
- Petersen, E.H., Suc, N.X., Thanh, D.V. y Hien, T.T. (2011). "Bioeconomic analysis of extensive mud crab farming in Vietnam and analysis of improved diets". *Aquaculture Economics and Management*, 15(2): 83-102. <http://doi.org/d43q9p>
- Poot-López, G.R. y Gasca-Leyva, E. (2009). "Substitution of balanced feed with *chaya*, *Cnidoscolus chayamansa*, leaf in tilapia culture: A bioeconomic evaluation". *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(3): 351-362. <http://doi.org/dbstsj>
- Porter, M.E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press, New York.
- Rasmussen, P. (2001). "Bayesian estimation of change points using the general linear model". *Water Resources Research*, 37(11): 2723-2731. <http://doi.org/fnjx6g>
- Rivero, P. y Cuervo, J.A. (1986). "El análisis económico-financiero de la empresa". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, (49): 15-33.
- Sánchez Lozano, N.B., Tomás, A., Martínez-Llorens, S., Nogales, S., Blanco, J.E., Moñino, A., Pla, M. y Cerdá, M.J. (2007). "Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal". *Aquaculture*, 272(1-4): 528-534. <http://doi.org/fc97r7>
- Shamshak, G.L. y Anderson, J.L. (2009). "Dynamic stochastic adaptive bioeconomic model of offshore bluefin tuna aquaculture". *Aquaculture Economics and Management*, 13(2): 155-175. <http://doi.org/bdmpxj>
- Suárez, A. (1977). "La rentabilidad y el tamaño de las empresas españolas". *Económicas y Empresariales*, 5: 56-63.
- Taylor, M.H., Koch, V., Wolff, M. y Sinsel, F. (2006). "Evaluation of different shallow water culture methods for the scallop *Nodipecten subnodosus* using biologic and economic modeling". *Aquaculture*, 254(1-4): 301-316. <http://doi.org/dtmjch>
- Thongrak, S., Prato, T., Chiayvareesajja, S. y Kurtz, W. (1997). "Economic and water quality evaluation of intensive shrimp production systems in Thailand". *Agricultural Systems*, 53(2-3): 121-141. <http://doi.org/ckjz34>
- Urban Jr., E.R. y Pruder, G.D. (1991). "A method of economic comparisons for aquaculture diet development". *Aquaculture*, 99(1-2): 127-142. <http://doi.org/dr3d76>

- Van Ham, E.H., Berntssen, M.H.G., Imsland, A.K., Parpoura, A.C., Bonga, S.E.W. y Stefansson, S.O. (2003). "The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*)". *Aquaculture*, 217(1-4): 547-558. <http://doi.org/dnqfkj>
- Zúñiga, S. (2010). "A dynamic simulation analysis of Japanese abalone (*Haliotis discus hannai*) production in Chile". *Aquaculture International*, 18(4): 603-620. <http://doi.org/cwc35j>