

ECONOMÍAS DE ESCALA EN LAS EXPLOTACIONES DE ENGORDE DE DORADA (*SPARUS AURATA*) EN JAULAS FLOTANTES EN EL MEDITERRÁNEO

Economies of scale for ongrowing gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on off shore cages in the Mediterranean Sea

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

- ¹ IMIDA. Consejería Agricultura, y Agua de la Región de Murcia. C/Mayor-Estación Sericícola, La Alberca, 30150 Murcia. jose.garcia21@carm.es
- ² Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.
- ³ Centro de Recursos Marinos, IMIDA. Consejería de Agricultura y Agua. Apdo. 65. 30740 San Pedro del Pinatar. Murcia.

RESUMEN

En los últimos años se ha confirmado el dinamismo y la expansión del sector de la acuicultura marina en general y de la establecida en el mediterráneo en particular, destacando la producción de determinadas especies que aún no han llegado a saturar el mercado (García García *et al.*, 2001). En el caso de las explotaciones de engorde en jaulas en mar abierto de dorada en el mediterráneo, en la dirección apuntada de su continuo y sostenido crecimiento respecto a la capacidad productiva, existen escasos trabajos que expliquen esta tendencia justificando la existencia de economías de escala (Gasca-Leyva *et al.*, 2001); en esta dirección este trabajo pretende describir los costes asociados a varios tamaños de explotación y analizar su evolución e influencia sobre los costes medios.

Palabras clave: Costes, acuicultura, economía.

ABSTRACT

Sea aquaculture is confirmed as a dynamic and expansive industry both in general, and particularly in the Mediterranean Sea, where it can be pointed out certain species that have not still flooded the market (García García, 2001). Gilthead seabream ongrowing farms in the Mediterranean on offshore cages have also a continuous and sustained growth of their productive capability. There is a scarcity of papers explaining this tendency and justifying the existence of scales of economy (Gasca-Leyva *et al.*, 2001). This paper contributes to the description of the associated costs to different farm sizes, and the analysis of their evolution and influence on the average costs.

Key words: Costs, aquaculture, economics.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha confirmado el dinamismo y la expansión del sector de la acuicultura marina en general y de la establecida en el mediterráneo en particular, destacando la producción de determinadas especies que aún no han llegado a saturar el mercado (dorada y lubina, fundamentalmente) (García García *et al.*, 2001). Es escaso el número de publicaciones que desde el punto de vista económico analizan este sector productivo y, concretamente, más limitada aún es la existencia de publicaciones en el ámbito de la microeconomía o economía de la empresa. Determinadas realidades microeconómicas muy conocidas y descritas en otros sectores productivos, dentro por ejemplo de la producción animal, no han sido aún tratadas o lo han sido en pocas ocasiones en la acuicultura marina. En el caso de las explotaciones de engorde en jaulas en mar abierto de dorada en el mediterráneo, en la dirección apuntada de su continuo y sostenido crecimiento respecto a la capacidad productiva, existen escasos trabajos que expliquen esta tendencia justificando la existencia de economías de escala (Gasca-Leyva *et al.*, 2001).

Dentro del desarrollo de la acuicultura marina es necesario analizar el potencial económico de las explotaciones en base a estudios de análisis económico-financiero, en su vertiente de analítica de viabilidad económica de inversiones (Romero, 1992; Alonso e Iruretagoyena, 1992) así como de analítica de costes (Mishan, 1982; Layard & Glaister, 1994; Blanco, 1994). Concretamente los análisis de costes pueden ser una herramienta muy práctica y de fácil aplicación en cualquier actividad productiva del sector de la acuicultura marina, sea cría, preengorde o engorde, pudiendo además emplearse para analizar tanto explotaciones de especies conocidas y con demanda (caso de dorada, lubina y rodaballo) (Blakstad *et al.*, 1996; García, 2001) como nuevas especies a desarrollar e introducir en los mercados (pulpo, sargo picudo, dentón, lenguado, etc).

En cualquier caso la analítica de costes nos proporciona los umbrales de rentabilidad económica para una explotación tipo con una producción máxima establecida, es decir, precio y producción mínimos para que la explotación resulte rentable. Pero además, en el caso de nuevas especies, nos serviría para determinar datos tan significativos como el precio orientativo para ofertar el nuevo producto, el coste de los piensos acorde con una rentabilidad preestablecida, etc.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se realiza un análisis de costes de una explotación tipo de engorde de dorada en jaulas flotantes del tipo circular que es el más ampliamente utilizado en el Mediterráneo y Canarias (Carmona y Carreras, 1993; Cabello, 2001). Las capacidades productivas analizadas son 200, 400 y 600 Tm/año, y para cada una de ellas se utilizan 5 precios diferentes de venta del producto (3.61, 4.21, 4.81, 5.41 y 6.01 €/Kg), a partir de los cuales determinamos el punto muerto o capacidad productiva mínima (Kg de producto para que la explotación comience a ser rentable), así como la relación beneficio-inversión (B/K_0) y la relación beneficio-coste (B/Ct), para cada uno de ellos.

Se diseña cada una de las explotaciones y se calcula el presupuesto de ejecución de la correspondiente instalación de engorde en mar abierto, basadas siempre en la tecnología existente para el engorde de dorada (Carmona y Carreras, 1993; Cabello, 2001). Se dimensiona con uso de jaulas flexibles de PE con diámetro 16 metros para todos los casos, de manera que no existan diferencias de diseño entre ellas. Así por ejemplo, la planta de 200 Tm/año cuenta con 8 jaulas de tipo circular flexible de polietileno con 10 metros de altura de red, y diámetro exterior de 16 m, lo que supone un volumen útil de 2.010 m³ cada una. También se han previsto 2 jaulas de diámetro exterior 10 m destinadas a clasificaciones y “purga” antes de la comer-

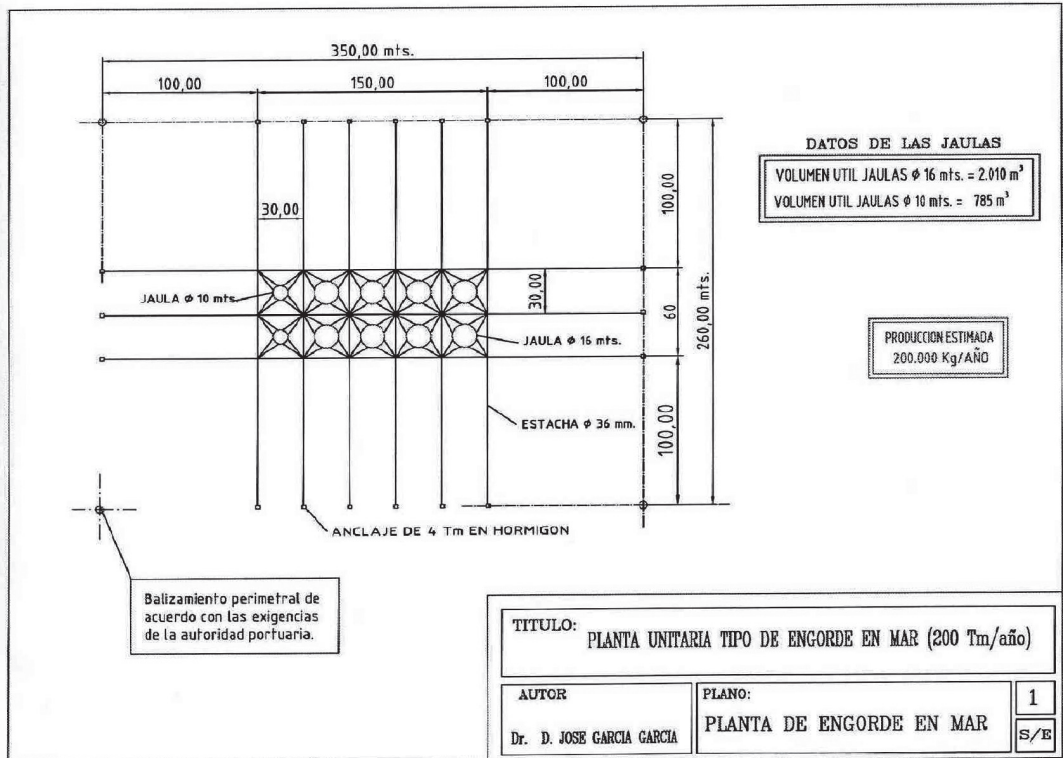


Figura 1. Plano de planta de jaulas en mar para dorada con capacidad productiva 200 Tm/año.

cialización con un volumen útil de 785 m³, que pueden instalarse en el interior de las jaulas grandes. El plano adjunto (Figura 1) de planta de la instalación con capacidad 200 Tm/año refleja la distribución de las jaulas, incluidas todas las condiciones de anclaje y balizamiento, así como las cotas y la ocupación total, que en este caso es de 91.000 m². Además la explotación necesitaría un edificio en tierra así como un muelle de carga y descarga habilitado en un puerto pesquero cercano. El edificio estaría destinado a almacén, cámara isoterma para conservación de pienso, oficinas, aseos y vestuarios, cámara frigorífica, sala de manipulado.

La inversión inicial, en base a este diseño, queda definida en la tabla 1 incluyendo asimismo los equipos y maquinaria necesarios para el

desarrollo de esta actividad y gastos varios tales como mobiliario, concesión administrativa, licencia de obras, proyecto y dirección de obra. Se ha realizado el cálculo de la inversión para los tres supuestos.

Para estimar las producciones se ha utilizado un modelo de crecimiento y otro de ingesta máxima en función de peso corporal y temperatura, con los que se calcula para cada día la biomasa en cultivo, alimento a suministrar e índice de conversión (García García, 1994). El régimen de temperaturas anual del agua de mar es el característico del Mediterráneo con variaciones estacionales de temperatura, que implican una baja productividad durante los meses invernales. El plan de explotación se basa en dos entradas de alevines anuales (abril y agosto)

Tabla 1. Inversión en explotación de jaulas en mar para producción de 200 tm de dorada

PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO (€)	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO I. INSTALACIÓN DE JAULAS				
JAULA MARINA ø 16 m PE AD	8	6.777	54.216	
JAULA MARINA ø 10 m PE AD	2	4.658	9.316	
RED ø 16m MALLA HEXAGONAL 20 mm	6	3.306	19.836	
RED ø 16m MALLA HEXAGONAL 24 mm	6	3.065	18.390	
RED ø 16m MALLA HEXAGONAL 44 mm	3	2.975	8.925	
RED ø 10m MALLA CUADRADA 5 mm	2	1.893	3.786	
RED ø 10 m MALLA CUADRADA 7 mm	2	1.953	3.906	
ANCLAJE HORMIGON 4 Tm. INCLUIDA INSTALACIÓN	18	5.619	101.142	
BALIZAMIENTO PERIMETRAL CON BOYAS HOMOL.	4	8.715	34.860	
				254.377
CAPÍTULO II. EDIFICIO MULTIUSO				
CIMENTACION Y HORMIGONES (m ²)	335	23,74	7.953	
SANEAMIENTO	335	5,71	1.913	
ESTRUCTURA	335	36,06	12.080	
SOLERA Y PAVIMENTO	335	30,95	10.369	
ALBAÑILERIA	335	58,00	19.429	
FORJADO Y CUBIERTA	335	63,11	21.141	
CARPINTERIA Y VIDRIERIA	335	13,52	4.530	
PINTURAS	335	2,70	906	
SANITARIOS	335	4,51	1.510	
FONTANERIA	335	2,10	705	
ELECTRICIDAD	335	13,82	5.184	
CAMARA FRIGORIFICA (m ² cámara)	50	480,81	24.040	
				109.760
CAPÍTULO III. MUELLE				
MUELLE INCLUIDA CIMENTACIÓN, ESTRUCTURA, ETC.	50	121	6.050	
				6.050
CAPÍTULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA				
LAVADORA DE REDES ACERO INOX. 7500 LITROS	1	26.740	26.740	
CLASIFICADORA DE PECES TRES SALIDAS (10gr-3kg)	1	16.075	16.075	
CONTADOR PECES 3 UNIDADES CANAL	1	13.520	13.520	
EQUIPO DE PROCESO CON 3 TANQUES Y VOLTEADOR	1	31.275	31.275	
LANZADOR DE PIENSO NEUMATICO	1	4.960	4.960	
BOMBA DE PECES 3,0 Tm/h ø TUBERÍA 200 mm	1	21.960	21.960	
CATAMARAN 12,20 m ESLORA (ud)	1	150.250	150.250	
CATAMARAN 6,80 m ESLORA (ud)	1	35.750	35.750	
				300.530
CAPÍTULO V. VARIOS				
MOBILIARIO Y MATERIAL DE LABORATORIO	1	15.360	15.360	
CONCESION ADMINISTRATIVA	1	3.900	3.900	
LICENCIA OBRAS	1	11.114	11.114	
PROYECTO/DIRECCION/EIA	1	23.475	23.475	
				53.805
TOTAL INVERSIÓN				724.566

Tabla 2. **Parámetros obtenidos para cada ciclo productivo en base al modelo biológico empleado**

CICLO	INICIO	DURACIÓN (meses)	PESO INDIV. (gramos)	BIOMASA (Kg)	ÍNDICE CONVERSIÓN
1	ABRIL	17	403,05	100.975	2,07
2	AGOSTO	16	389,36	99.332	2,13

estimadas en el tiempo para que se obtengan los índices de conversión más favorables, así como para conseguir ventas a lo largo de todo el año y satisfacer, además, los picos de demanda (Semana Santa, vacaciones de verano y Navidad). Los resultados de estos dos ciclos quedan reflejados en la tabla 2.

En nuestra clasificación de costes consideramos costes fijos de estructura, costes fijos de funcionamiento y, por último, costes variables (Muñoz y Rouco, 1997; García García, 2001). Los costes fijos de estructura corresponden al inmovilizado mientras que los costes fijos de funcionamiento y los variables pertenecen al circulante. Dentro de los costes fijos de funcionamiento consideramos los costes laborales, debido a que estos no están claramente incluidos en los costes variables puros como pueden ser el pienso, los seguros sobre producción o biomasa, o los alevines, que están ligados directamente a la unidad de producción (kg de dorada). El personal tiene en gran parte la consideración de fijo (sobre todo en determinados puestos técnicos, gerenciales o de gestión), no pudiendo variar en base a las condiciones de temperatura del agua, mortandad, manejo, mayor o menor productividad, como pueden hacerlo determinados costes variables (por ejemplo, el consumo

de pienso estará siempre ligado directamente a la biomasa o unidad de producción).

De este modo se genera un análisis de 15 alternativas, con 3 capacidades productivas y 5 precios de venta, que indica como evolucionan la relación B/K_0 y el umbral de rentabilidad o punto muerto (UR) para cada capacidad de producción definida (200, 400, 600 Tm).

Gasca-Leyva *et al.* (2001) describen explotaciones de engorde de dorada en el Mediterráneo y Canarias, comparando los costes correspondientes a cada uno de estos escenarios en función de sus particularidades ambientales y de localización. Como referencia comprobamos que las inversiones calculadas por estos autores están muy cercanas a las estimadas en nuestro trabajo. Así podemos ver en la tabla 3 las inversiones para el caso de 16.000 m³, 28.000 m³ y 42.000 m³ de capacidad útil de jaulas (correspondiente a 200, 400 y 600 tm/año, respectivamente), según los citados autores y según nuestro cálculo. Como podemos ver en la tabla las inversiones son muy similares y aún más cercanas si consideramos el efecto de la inflación acumulada desde el año de publicación del trabajo. Asimismo, las necesidades de personal estimadas por Gasca-Leyva *et al.*, indicadas en número de trabajadores según tama-

Tabla 3. **Volumen útil de jaulas requerido e inversión correspondiente para los niveles productivos 200, 400 y 600 tm.**

NIVEL DE PRODUCCIÓN (tm)	VOLUMEN ÚTIL (m ³)	Gasca-Leyva <i>et al.</i>	García García <i>et al.</i>
200	16.000	683.213	724.566
400	28.000	901.518	956.167
600	42.000	1.141.923	1.214.076

Tabla 4. Necesidades de personal correspondientes a cada uno de los niveles productivos 200, 400 y 600 tm.

NIVEL DE PRODUCCIÓN (tm)	VOLUMEN ÚTIL (m ³)	Gasca-Leyva <i>et al.</i> (nº trabajadores)	García García <i>et al.</i> (€/año)
200	16.000	10	204.344
400	28.000	15	317.034
600	42.000	19	421.460

ño de explotación, son también muy cercanas a las calculadas en este trabajo. Así por ejemplo, para el caso de 16.000 m³ de volumen útil de jaulas son 10 trabajadores los necesarios, cifra muy aproximada a los 204.344 €/año estimados en nuestro trabajo (coste medio por trabajador, 20.434 €/año). Para reflejarlo comparativamente en cada nivel de producción adjuntamos la tabla 4. Pude comprobarse fácilmente que en todos los casos estaríamos en un coste medio del trabajador en torno a 21.000 €/año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el engorde de dorada en jaulas flotantes es sensible a la economía de escala, es decir, que evoluciona

favorablemente frente a incrementos de la producción (Gráfico 1), debido fundamentalmente a una disminución relativa de los costes fijos, tanto de estructura como de funcionamiento, como podemos ver en la tabla 5.1 y 5.2, respectivamente. Los costes variables, sujetos a la capacidad productiva, se mantienen en este análisis invariables, pero que duda cabe que para cualquiera de las capacidades productivas, una disminución en estos costes (alevines, pienso, comercialización, etc.) incrementaría la relación beneficio/inversión. Asimismo, en la tabla 6 mostramos la relación beneficio-coste (B/Ct), para cada una de las capacidades productivas y precios de venta preestablecidos.

La relación B/K_0 para diferentes precios de venta evoluciona más favorablemente para ca-

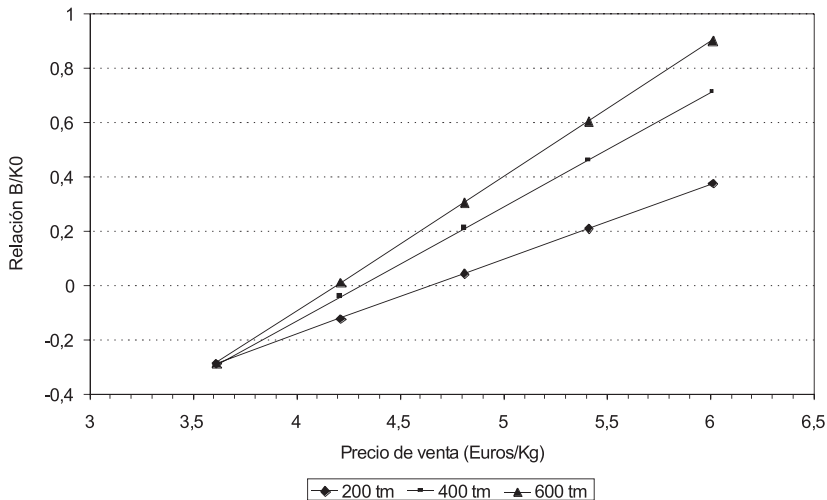


Gráfico 1. Relación Beneficio/Inversión (B/K_0) en función del precio de ventas para tres capacidades productivas.

Tabla 5.1. Costes fijos de estructura y coste fijo medio de estructura para cada explotación

CONCEPTO	200 tm/AÑO	400 tm/AÑO	600 tm/AÑO
<i>Construcciones/instalaciones</i>	0,05	0,04	0,03
<i>Embarcaciones</i>	0,05	0,03	0,02
<i>Instalación de jaulas</i>	0,13	0,10	0,09
<i>Maquinaria/equipos</i>	0,06	0,04	0,04
COSTE MEDIO UNITARIO	0,29	0,21	0,18

Tabla 5.2. Costes fijos de funcionamiento y coste fijo medio de funcionamiento para cada explotación

CONCEPTO	200 tm/AÑO	400 tm/AÑO	600 tm/AÑO
<i>Personal fijo</i>	1,09	0,85	0,75
<i>Combustible</i>	0,02	0,01	0,01
<i>Gastos de oficina</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Mantenimiento</i>	0,07	0,07	0,07
<i>Tratamientos</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Concesión/impuestos fijos</i>	0,02	0,01	0,01
COSTE MEDIO UNITARIO	1,22	0,96	0,86

Tabla 6. Relación beneficio-coste para cada una de las capacidades productivas y precios de venta

Producción (tm)	Relación Beneficio-coste (%)				
	PV=3,61 €	PV=4,21 €	PV=4,81 €	PV=5,41 €	PV=6,01 €
200	-22,17	-9,24	3,70	16,63	29,57
400	-16,05	-2,10	11,85	25,80	39,75
600	-13,67	0,68	15,03	29,37	43,72

Tabla 7. Ecuaciones de la relación b/k_0 en función del precio de venta y umbral de rentabilidad (ur) para tres capacidades productivas

Producción (tm)	Ecuación ($B/K_0=a+b*PV$)	UR (€/Kg) $B/K_0=0$
200	$B/K_0=-1,2804+0,276*PV$	4,64
400	$B/K_0=-1,799+0,4183*PV$	4,30
600	$B/K_0=-2,066+0,4942*PV$	4,18

pacidades productivas mayores (Gráfico1), es decir, esta función evoluciona de mayor a menor pendiente según produzcamos 600, 400 ó 200 Tm, respectivamente. Por consiguiente, el umbral de rentabilidad, es decir el precio de venta para el que los beneficios sean 0 ($B/K_0=0$), se relaciona inversamente con la capacidad productiva (Tabla 7). Actualmente, con precios de venta del producto que han evolucionado sostenidamente a la baja (aunque manteniendo menudo un gran equilibrio) hasta el entorno de 4,25-4,50 €/kg, sólo la explotación de 600 tm/año sería viable económicamente, ratificando este dato el hecho de que las explotaciones de engorde de dorada en mar abierto cuentan ya con unos niveles mínimos de producción que sobrepasan las 600 tm.

Por último, es de destacar en el trabajo de Gasca-Leyva *et al.* (2001) su confirmación de la existencia de economías de escala debidas a la disminución en los costes medios al aumentar la producción, situando un óptimo productivo en torno a las 600 tm/año en el Mediterráneo, cifra ésta que en tan sólo 4 años ha quedado un poco obsoleta debido al tremendo dinamismo empresarial existente en el sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, R.; Iruretagoyena, M.T. 1992. Evaluación financiera de inversiones agrarias: Conceptos básicos y casos prácticos. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (ISBN: 84-341-0761-9). 143 pp.
- Blakstad, F.; Fagerholt, A.F. and Lisac, D. (1996). Cost of bass and bream production: Comparison between land based and cage facilities. Sea bass and bream culture: Problems and prospects. Handbook of contributions and short communications of the EAS Workshop held in Verona (Italy), 16-18 October 1996, pp. 245-248.
- Blanco Dopico, M.I. (1994). Contabilidad de costes: análisis y control. Madrid. Ed. Pirámide. (ISBN 84-368-0849-5). 436 pp.
- Cabello Suárez-Guanes, L. (2001). Nuevas tecnologías y especies. Ponencia invitada. Libro de Resúmenes VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander. pp. 17-22
- Carmona, J.; Carreras, J. (1993). Análisis de los diferentes aspectos que caracterizan el cultivo de peces marinos en cultivo de peces marinos en jaulas flotantes. Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción. F. Castelló Orvay Ediciones. Universitat de Barcelona. Barcelona. pp. 713-727.
- García García, B. (1994). Factores que influyen sobre el consumo de oxígeno, ingesta y crecimiento en la dorada (*Sparus aurata* L.): una aproximación al establecimiento de modelos lineales. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- García García, J. (2001). Análisis económico-financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada (*Sparus aurata* L.) en el litoral de la Región de Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- García García, J.; Rouco Yáñez, A.; García García B. (2001). Evolución del peso económico de la acuicultura marina. Anales de veterinaria de Murcia. Vol. 17. pp. 41-50
- Gasca-Leyva, E.; León, C.; Hernández, J.M.; Vergara, J.M. (2001). Análisis bioeconómico del cultivo de dorada en Canarias y en el Mediterráneo. Economía Agraria y Recursos Naturales. Vol. 1, núm. 1. pp. 55-76.
- Layard, R.; Glaister, S. (1994). Cambridge. Cost-benefit analysis. Cambridge University Press, (ISBN 0-521-46674-1). 497 pp.
- Mishan, E.J. (1982) Cost-benefit analysis. London. Georges Allen & Onwin Ltd., (ISBN 0-04-338099-9). 447 pp.
- Muñoz, A. y Rouco Yáñez, A. (1997). Análisis económico-financiero de explotaciones de ganado porcino. Monografía PORCI nº 39. Ed. Luzán 5 S.A.
- Romero, C. (1992). Normas prácticas para la evaluación financiera de inversiones agrarias. Madrid. Banco de Crédito Agrícola. (ISBN 84-7114-357-7). 119 pp.