

MODELIZACIÓN DE UNA EMPRESA ACUÍCOLA: ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO

Analía Mabel Cano Capurro
Eugenio J. Luque Domínguez

*Profesores Titulares de Universidad
Departamento de Economía Aplicada
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Málaga.*

Estudios de Economía Aplicada
Nº. 2 de 1994

I.S.S.N.: 1133-3197

p.p. 5-27

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido investigar, bajo el punto de vista Bioeconómico, la actividad acuícola.

Se vincula el análisis teórico con el sector productivo, con el fin de permitir al empresario, o en su caso a la administración, determinar bajo qué condiciones biológicas y técnicas será viable un proyecto de empresa acuícola.

Desde la elaboración del modelo biológico, que determina el potencial productivo de la empresa, se analizan las implicaciones económicas de los supuestos biológicos y técnicos considerados, obteniendo la cuenta de explotación del proyecto; lo cual permitirá analizar la viabilidad del mismo.

ABSTRACT

The goal of this paper has been to investigate, under a biological economic point of view, the fish farm activity.

The theoretical analysis and the productive section have been linked, allowing thus a Company, as well as the public administration, to determine under what biological and technical conditions a fish farm enterprise project is viable.

From the working-out of the biological model, which determines the production potential of the enterprise, the economic implications of the biological and technical hypothesis considered are analysed, obtaining the operating account to the project; this will allow to analyse its viability.

Palabras Claves: modelo empresarial, simulación, acuicultura, SIMAN, lenguaje informático.

1.- INTRODUCCIÓN.

La experiencia muestra que la acuicultura es posible, pero para que llegue a ser una actividad fiable, es decir productiva y rentable, necesita una aproximación científica rigurosa. Serán necesarios grandes esfuerzos para comprender y dominar numerosos parámetros de tipo biológico, técnico, legal y ambiental que, una vez controlados de forma continua, harán que las inversiones resulten interesantes.

En este orden de ideas, consideramos que las líneas de investigación deben ir encaminadas a la realización de análisis fiables, a partir de modelos bioeconómicos, que lleven hacia una vinculación efectiva de la investigación teórica con el propio sector productivo, permitiendo, a su vez, reducir el distanciamiento actualmente existente del análisis empírico.

Nuestra aportación, en esta línea, se concreta en la elaboración y análisis de un modelo de simulación para la empresa acuícola, en el caso concreto de una explotación de cultivo intensivo de lubina en sus fases de preengorde y engorde.

Dado que se trata de un tipo de empresas donde confluyen supuestos de carácter biológico y factores de tipo económico, estudiamos el modelo biológico que determina el potencial productivo de la empresa y en una segunda fase, se hace una especial referencia a las implicaciones económicas de los supuestos biológicos y técnicos considerados, obteniendo la correspondiente cuenta de explotación que nos permitirá determinar la viabilidad del proyecto y el análisis financiero correspondiente.

Consideramos oportuno, como análisis previo a la especificación de las relaciones analíticas que conforman el modelo, proceder a la descripción de las líneas generales de comportamiento del ciclo de cultivo a modelizar.

En este sentido el proceso se inicia en la fase denominada de preengorde, con la captación, en nuestro caso compra, de los alevines necesarios en orden a la producción en kilogramos que se desee obtener.

Dado que la lubina se reproduce en invierno, concretamente en los primeros días del mes de Enero, esta fase se iniciará en Abril, mes en el que los alevines alcanzan un tamaño idóneo como para iniciar un cultivo de tipo intensivo (aceptación de una dieta artificial estándar). Es por ésto que hemos tomado el día 90 de edad del pez, como día de inicio del cultivo.

Atendiendo al tipo de cultivo considerado (intensivo), con sistema abierto de captación de agua, y dadas las características de la lubina (dispersión en el crecimiento, territorialidad, etc.), distinguiremos dos lotes o grupos de comportamiento en función de sus pesos medios iniciales.

Las densidades admitidas al inicio del cultivo oscilarán entre 1 y 3 Kg/m³ pudiendo llegar hasta 30 Kg/m³ de densidad al finalizar el preengorde.

En este sentido y teniendo en cuenta que el consumo de oxígeno para la lubina, según estimaciones con base empírica realizadas por Dosdat (1984), se sitúa en torno a los $0,177 \pm 0,035$ mg O_2 /g/h (concentración mínima, aceptable para el crecimiento, de 3 mg/l), hemos establecido dos renovaciones a la hora, durante esta fase, suficientes para cubrir las necesidades respiratorias de los peces y permitiendo la eliminación de los desechos y restos de alimento. Esta fase finaliza cuando los alevines alcanzan un tamaño aproximado de 15 a 25 grs..

La fase de engorde se inicia a partir de ese momento y cubre hasta que los individuos alcanzan el tamaño comercial, estimado en 300 grs..

La densidad máxima admitida en esta fase es de 20 Kg/m³ y los flujos de agua establecidos son de una renovación cada hora.

Hemos supuesto que la explotación modelizada se ubica en una zona mediterránea, con unas temperaturas medias mínimas que pasamos a describir:

- Enero 16°C	- Febrero 16°C	- Marzo 17°C	- Abril 19°C
- Mayo 21°C	- Junio 22°C	- Julio 23°C	- Agosto 23°C
- Sept. 21°C	- Octubre 18°C	- Nov. 17°C	- Dic. 15°C

Incluiremos una selección al finalizar la fase de preengorde, y otra al término del primer invierno, recogiendo la posibilidad de realizar otra al final del segundo invierno, únicamente en los casos en que las condiciones del cultivo y las propias incidencias ambientales den lugar a dispersiones significativas en los pesos.

2.- ESPECIFICACIÓN DEL MODELO.

Tras los supuestos técnicos y biológicos comentados, a continuación procedemos a describir los aspectos metodológicos, conceptuales y computacionales del modelo. En primer lugar, debemos destacar, que la metodología utilizada ha consistido en la conjunción de ciertos aspectos analíticos extraídos de formulaciones bio-económicas de diversos autores, con la incorporación de distintas consideraciones empíricas establecidas en diversas situaciones de cultivo, lo que Tras el análisis de los correspondientes datos ha dado origen a una formulación analítica que consideramos importante, por lo que supone de aprovechamiento de la multitud de ventajas que ofrece la simulación.

En concreto, hemos considerado nueve variables de estado relacionadas entre sí, a partir de nueve ecuaciones de comportamiento. Las variables representan:

- S(1): Peso medio de los individuos (grs.)
 S(2): Ración diaria (% peso seco)
 S(3): Índice de consumo
 S(4): Temperatura media diaria ambiental (°C)
 S(5): Flujo diario de agua renovada (m³/día)
 S(6): Número de individuos
 S(7): Consumo de oxígeno (mg de oxígeno/g/día)
 S(8): Capacidad del estanque en uso (m³)
 S(9): Número de estanques en uso

Las ecuaciones de comportamiento se establecen, en notación FORTRAN, como sigue:

- I.- $S(1) = SL(1) * (1 + S(2) / (100 * S(3)))$
 II.- $S(2) = 0,5 * S(4) ** 0,62 / SL(1) ** 0,27$
 III.- $S(3) = SL(1) ** 0,20$
 IV.- $S(4) = SL(4) + UN(1,1)$
 V.- $S(5) = S(8) * 4 * 24 * S(9)$
 VI.- $S(6) = SL(6) - INT((SL(6) * (10 / (100 * INT(1 + TNOW/30) ** 0,7))) / 30)$
 VII.- $S(7) = UN(2,1) * 24 * S(1)$
 VIII.- S(8) = Capacidad del estanque según fases
 IX.- S(9) = Número de estanques según concentración

- La ecuación (I) representa el crecimiento de los individuos en función de su peso en un instante anterior, de la ración alimenticia suministrada (porcentaje del peso vivo) y del índice de consumo instantáneo.

La relación utilizada ha sido extraída de los estudios de Faure (1980), que determina la función de crecimiento para la lubina como: $P_n = P_{n-1}(1 + R/IC)$ con

- P_n = Peso en el instante n
 P_{n-1} = Peso en el instante n-1
 R = Ración diaria
 IC = Índice de consumo

La ración diaria S(2) se deduce de la función utilizada en los trabajos de Liao y Willoughby donde:

$$R = (K/C) W^m T^n \quad \text{siendo}$$

- C = Cantidad de oxígeno necesario para metabolizar un kilogramo de alimento.
 W = Pesos medios de los individuos.
 T = Temperatura.
 K = Constante función del peso y de la temperatura a determinar en cada simulación.

Para la estimación de los parámetros **m** y **n** hemos utilizado datos empíricos provenientes de las informaciones suministradas por los proveedores de los piensos, así como a partir de los datos obtenidos en diversas experiencias que para la lubina se han realizado, bajo condiciones de cultivo similares. Los datos aparecen en el siguiente cuadro:

Tamaño de peces (g)	Ración (% peso fresco función de temperatura)				
	10-13° C	14-16° C	17-21° C	22-25° C	26-28° C
0.5-1	1.5	4	5	6	5
1-5	1	3.5	4.5	5.5	4.5
5-20	0.9	2	3	3	3
20-60	0.8	2	2.5	3	2.5
60-120	0.6	1.5	2	3	2.5
120-200	0.5	1.5	2	2.5	2.5
200-400	0.5	1	1.5	2	1.5

- Por lo que respecta a la ecuación (III), nos define el índice de consumo como un valor amortiguado del peso y representa la cantidad de peso seco consumido por incremento de peso húmedo producido.
- En la ecuación (IV), hacemos referencia a la variación de la temperatura ambiental en función del valor de la misma en el instante anterior, amén de un valor incremental definido por una distribución uniforme cuyos parámetros vienen establecidos en el marco experimental.
- La ecuación (V) nos define el total de metros cúbicos necesarios bombeados al día, dependiendo del número de estanques en uso y de la capacidad de los mismos.

- La variación del número de individuos entre dos días consecutivos viene definida por la ecuación (VI), obtenida a partir de la información suministrada por Querellou (1984), relativa a la mortalidad en una explotación acuícola controlada de lubina. Este autor estima, que en un modelo previsional de producción, los fenómenos de mortalidad, vendrán recogidos por la expresión:

$$TM = \alpha/N^B ; \text{ con}$$

TM = tasa de mortalidad mensual

α = tasa de mortalidad media del primer mes de cultivo

B = exponente de mortalidad (función de las condic. del cultivo)

N = meses

Estimamos, en éste sentido, que para un cultivo controlado y por tratarse de la fase de arranque de la explotación, los valores de $\alpha = 10$ y $B = 0,7$ son adecuados.

- La relación (VII) nos determina el consumo de oxígeno diario para un individuo y nos viene dada por el peso del pez y un valor aleatorio definido en el intervalo $\pm 0,035$ mg oxígeno/g/h, obtenido a partir de los estudios empíricos de Dosdat (1984), ya mencionados.

- Por último, las relaciones (VIII) y (IX) nos definen variables de estado del sistema, que nos permitirán obtener información diaria de la incidencia del crecimiento del pez en aspectos tan importantes como la concentración y el consiguiente desdoblamiento de estanques.

Las variables SL(.), que utilizamos en las relaciones que acabamos de especificar, determinan el valor de la variable previo.

Además de estas variables que definen el estado del sistema a simular, se han introducido una serie de variables identificadas como X(.) que nos permiten acumular los valores a partir de los cuales podremos establecer el costo económico de cada simulación.

Dichas variables son:

X(1) = Número de estanques de preengorde

X(2) = Capacidad de los estanques de preengorde

X(3) = Número de estanques de engorde

- X(4) = Capacidad de los estanques de engorde
- X(5) = Día de comienzo del cultivo
- X(6) = Día de finalización del cultivo
- X(7) = Coste anual de mano de obra estimado
- X(8) = Coste de un alevín del primer grupo de comportamiento
- X(9) = Coste de un alevín del segundo grupo de comportamiento
- X(10) = Precio de venta estimado en Kg
- X(11) = Año de comienzo del cultivo
- X(12) = Número de peces al finalizar el ciclo de cultivo
- X(13) = Cantidad a amortizar en tres años
- X(14) = Precio medio de un Kg de pienso
- X(45) = Gastos financieros en el primer año de cultivo
- X(46) = Gastos financieros en el segundo año de cultivo
- X(47) = Gastos financieros en el tercer año de cultivo

El procedimiento de simulación seguido se centra en determinar la situación de la fase en que se encuentran los individuos dentro del ciclo de cultivo, estableciendo si se trata de la fase de preengorde o la de engorde a partir del peso medio de los individuos, menor que 22 grs. preengorde, en caso contrario engorde. A continuación, consideramos si ha existido en ese momento cambio de fase, en cuyo caso inicializamos las variables S(6) y S(9).

Tras este proceso inicial, aplicamos la fórmula de mortalidad obtenida para la variable S(6). Seguidamente, en función del día en que se encuentre, se establece la temperatura de partida y se modifica aleatoriamente según una distribución uniforme de intervalo determinado por los parámetros iniciales del marco experimental.

Una vez considerada la temperatura, se establece la ración alimenticia que le corresponde en función de la temperatura y el peso, para a partir de esta información determinar el índice de consumo asociado y por último el nuevo peso medio de los individuos.

En este punto, se analiza la concentración (cargas) en Kg/m^3 , si es superior a los valores establecidos se duplica el número de estanques, y se determina el flujo total de agua que es preciso bombear en el día en estudio.

Se considera, por último, el consumo medio de oxígeno en función de los valores estimados.

Llegado este momento, se acumulan en las variables $X(.)$ los valores de peso seco distribuido y metro cúbico de agua bombeados, y se determina si ha finalizado la fase de engorde en función de que alcancen el peso medio de 300 grs. o no.

En el paso de la fase de preengorde a la de engorde y en el día 455 de edad del pez se establece una redistribución de individuos en los estanques, en función de su peso, en orden a homogeneizar los grupos de comportamiento, de tal manera que el bloque de comportamiento y simulación comentada puede repetirse al número de grupos que pretendamos estudiar.

Una vez especificadas la metodología empleada en la elaboración del modelo, y los supuestos y relaciones analíticas que lo conforman, presentamos seguidamente la configuración informática del mismo.

Para ello hemos utilizado el lenguaje de simulación SIMAN, dado que su peculiar estructura resulta de gran utilidad para el análisis de los procesos de simulación en modelos de sistemas empresariales. Permite definir, por una parte, las características estáticas y dinámicas del sistema en el "Modelo", y por otra, las condiciones experimentales bajo las cuales el modelo ha sido creado para generar el resultado de la simulación, que lo realiza en el "Marco Experimental".

La utilización del lenguaje SIMAN ha supuesto además de lo que podríamos denominar la incorporación de la información externa al sistema a través de la subrutina STATE, la inicialización de los valores y del proceso mediante la subrutina PRIME. Asimismo, permite la elaboración de informes finales, utilizando directamente la subrutina WRAPUP.

En nuestro caso, la subrutina PRIME ha sido aplicada para introducir los parámetros del sistema, mientras que en la subrutina WRAPUP hemos elaborado la cuenta de explotación del ciclo de producción, así como la de un año tipo.

3.- APLICACIÓN DEL MODELO.

En orden a analizar tanto las posibilidades reales del modelo de simulación elaborado como las posibles potencialidades del mismo, procedemos a ejecutar la simulación de una explotación concreta, haciendo una especial referencia a las implicaciones económicas que de los supuestos técnicos y biológicos establecidos se detraen. Para la ejecución de la simulación de este modelo introducimos los siguientes datos:

Primer grupo de comportamiento

- Número de alevines: 65.000
- Peso medio inicial de los alevines: 1 gr.
- Coste de un alevin: 50 pts.

Segundo grupo de comportamiento

- Número de alevines: 65.000
- Peso medio inicial de los alevines: 1.6 gr.
- Coste de un alevin: 60 pts.

Datos técnicos

- Número de estanques de preengorde: 12
- Capacidad de los estanques de preengorde: 6.5 m³
- Número de estanques de engorde: 16
- Capacidad de los estanques de engorde: 100 m³

Datos económicos

- Coste de mano de obra: 4.000.000 pts.
- Precio estimado de ventas en Kg.: 1.800 pts.
- Amortización en los tres primeros años: 7.500.000 pts.
- Precio medio de 1 kg. de pienso: 110 pts.
- Año comienzo del cultivo: 1992.

SIMAN Summary Report

Run Number 1 of 1

Project : MODELO ACUÍCOLA
 Analysts: CANO Y LUQUE
 Date : OCTUBRE /1994

Run ended at time .2090E+04

Continuous Change Variables

Number Identifier	Average	Standard Deviation	Minimum Value	Maximum Value	Time Period
1 PESO	209.36	115.07	1.03	300.53	2000
2 RACIÓN	.85	.46	.55	3.04	2000
3 ÍNDICE DE CONSUM	2.75	.56	1.00	3.13	2000
4 TEMPERATURA	17.23	3.24	10.04	30.11	2000
5 FLUJO DE AGUA	25386.30	15078.55	1872.00	38400.00	2000
6 NUMERO DE INDIVI	55875.54	3327.36	49461.00	65917.34	2000
7 CANTIDAD DE O2 C	973.73	558.18	3.84	1503.44	2000
8 CAPACIDAD ESTANQ	91.23	27.26	6.50	100.00	2000
9 NUMERO DE ESTANQ	2.41	3.22	.00	16.00	2000
10 PESO	216.78	112.76	1.64	300.47	2000
11 RACIÓN	.95	.38	.64	2.74	2000
12 ÍNDICE DE CONSUM	2.79	.54	1.10	3.13	2000
13 TEMPERATURA	19.70	2.19	11.82	26.67	2000
14 FLUJO DE AGUA	13938.18	6966.35	1872.00	19200.00	2000
15 NUMERO DE INDIVI	37217.08	8905.94	32342.78	64918.00	2000
16 CANTIDAD DE O2 C	958.56	506.73	6.50	1508.79	2000
17 CAPACIDAD ESTANQ	91.23	27.26	6.50	100.00	2000
18 NUMERO DE ESTANQ	1.70	2.43	.00	12.00	2000

Run Time : 1 Minute(s) and 22 Second(s)

Stop - Program terminated.

CUADRO: 1

CUENTA DE EXPLOTACIÓN Y CUENTA DE PERDIDAS Y GANANCIAS

	1991	1992	1993	1994
1. Ventas estimadas	0,	0,	46826440,	46826440,
1.1 Cantidad (Tm)	0,	0,	26,015	26,015
2. Coste fact. prod.	9382205,	6407013,	8956628,	24745850,
2.1. Energía	512719,	2503440,	3749760,	6765920,
2.2. Alimentación	714250,	3217107,	4247229,	8178586,
2.3. Compra alevines	7150000,	0,	0,	7150000,
2.4. Otros g. internos	1005236,	686466,	959639,	2651341,
3. Val.añ.bruto(1.-2.)	-9382205,	-6407013,	37869810,	22080590,
4. Coste mano de obra	3013699,	4000000,	3046575,	4000000,
5. Gastos varios	1489565,	1290676,	1450295,	1450295,
6. Gastos financieros	0,	0,	0,	0,
7. Res.s/amortiz.	-13885470,	-11697690,	33372940,	16630300,
8. Dot.p/amortiz.	2475000,	2475000,	2475000,	2475000,
9. Res. c/amortiz.	-16385220,	-14197440,	30873190,	14130550,
10. Res. ejerc. ant.	0,	-16385220,	-30582660,	
11. Result. finales	-16385220,	-30582660,	290529,	

CUADRO: 2

Reseñar brevemente, que aunque en el presente estudio nos centramos en el análisis de las cuentas de explotación del modelo simulado, en el cuadro 1 obtenemos información sobre el comportamiento biológico de las nueve variables de estado consideradas, distinguiendo para los dos grupos de comportamiento (primer grupo incluye las variables enumeradas del 1 al 9 y el segundo grupo las variables del 10 al 18) los valores máximos, mínimos y medios que dichas variables toman a lo largo del proceso de cultivo modelizado; información a partir de la cual se detraen los datos económicos que configuran la cuenta de explotación obtenida y que a continuación pasamos a analizar.

Por lo que respecta a la cuenta de explotación asociada a la simulación del modelo (cuadro 2), nos ofrece información, básicamente, sobre la estructura productiva de la empresa simulada considerando únicamente un ciclo de cultivo completo, es decir, el proceso productivo se inicia con la compra de los alevines y finaliza con las ventas de estos conseguido su tamaño comercial.

Procedemos a continuación a analizar cada una de las partidas que conforman la cuenta de explotación.

Como ingresos de la explotación hemos considerado únicamente las ventas, puesto que, aunque es previsible la obtención de ingresos procedentes de subvenciones a la explotación, es preferible no incluir tales partidas, adoptando un criterio de prudencia estimativa.

La determinación de los ingresos por esta partida de ventas viene dada a partir de unos precios netos estimados para el año 1992, en que se inicia la explotación, de 1.800 pts/Kg de pescado.

No se ha incluido ninguna partida de "Variación de Existencias" pues se trata de una empresa dedicada al engorde de alevines; bien percedero que como producto semiterminado no posee valoración de mercado. Tampoco hemos considerado adecuado valorar las existencias imputándoles los costes en los que se incurre, puesto que se trataría de una valoración ficticia que podría llevar a estimaciones erróneas de la producción, puesto que el producto semiterminado no tendría ninguna salida real al mercado.

En cuanto a los gastos de la explotación, hacemos una especial mención, por el importante papel que juegan en la estructura productiva de este tipo de empresas, a los denominados Costes de los Factores de Producción, que incluyen las partidas de Energía, Alimentación, Compra de Alevines y otros gastos internos. Las tres primeras vienen dadas por las características internas de la explotación, es decir, son generadas por el propio modelo, atendiendo a los supuestos considerados. Sin embargo la última partida, que aparece bajo la denominación de otros gastos internos y que incluye conceptos de gastos como servicios médicos, gastos de viaje, compra de útiles y cualquier otro gasto necesario para la obtención del producto, se ha estimado como un porcentaje fijo sobre las anteriores (12 por 100 de los Costes de los Factores de Producción).

Los costes de Alimentación, como vimos, dependen principalmente de dos elementos, el Índice de consumo y el precio unitario del alimento. Este último se ha estimado en 110 pts./Kg. de alimento.

Uno de los requisitos primordiales a considerar en una empresa acuícola consiste en asegurar un suministro de alevines de buena calidad. En nuestro estudio hemos considerado precios de 50 y 60 pts. para los alevines de 1 y 1.6 grs. de peso medio, respectivamente.

En la partida Costes de Mano de Obra se incluyen los sueldos y salarios y las cotizaciones a la Seguridad Social a cargo de la empresa. El número de personas necesarios para esta explotación se ha estimado en dos. Esta estimación se realiza en base a los datos disponibles sobre número de personas empleadas en cultivos acuícolas en distintas zonas observadas. También seguimos en este caso un criterio de prudencia estimativa.

En Gastos Varios hemos incluido gastos tales como Cargas Sociales, alquileres, trabajos no asalariados, etc.. Se estima en un 10 por 100 del total de costes de los factores de producción incluidos los costes de mano de obra.

Los Gastos Financieros previstos vienen determinados por las fuentes de financiación ajenas empleadas para dotar de la oportuna estructura financiera a la explotación en cuestión. La determinación de su importe vendrá dada en función del plan financiero aplicado.

Por último y bajo la denominación de Amortizaciones se incluyen aquellas dotaciones del ejercicio para amortizar tanto el inmovilizado material como inmaterial, teniendo en cuenta una evaluación razonable de la vida útil de los elementos a amortizar, que hemos estimado en 10 años.

Para determinar la cuantía de estas dotaciones debemos proceder en primer lugar a evaluar las inversiones necesarias para la ejecución de la explotación.

En este sentido, recogemos en primer lugar la construcción de los 12 estanques previstos para la fase de preengorde con una capacidad de 6.5 m^3 y 16 estanques más de 100 m^3 para la fase de engorde.

Atendiendo a las renovaciones de agua consideradas, se requieren unas unidades de bombeo que detraigan $1.600 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para dotar de la infraestructura adecuada a la explotación se hace necesaria la construcción de silos para el almacenamiento de los alimentos y demás productos pertinentes. Junto a las inversiones descritas han de adquirirse materiales como herramientas y utillajes y han de efectuarse desembolsos destinados a lo que se denominan Gastos Amortizables.

De todo lo que antecede puede presupuestarse una inversión no superior a 25.000.000 pts., que se amortizará en cuotas anuales y constantes, y que a razón de los 10 años de vida útil considerados, suponen una cuantía de 2.500.000 pts. anuales.

4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

Dentro de lo que podríamos denominar análisis económico y a partir de la cuenta de explotación generada por el modelo simulado, poseemos la información necesaria para analizar la rentabilidad tanto económica como financiera de la empresa, para lo cual se hará necesario dotar a ésta de un cierto componente iterativo. En otras palabras dado que a partir de la simulación realizada hemos obtenido que el tiempo que debe transcurrir desde el inicio de la explotación hasta la venta es de 28 a 30 meses, ha de considerarse éste como el período mínimo para conseguir los primeros ingresos, pero una vez transcurrido tal período la producción puede estimarse anualmente en base a la adquisición de alevines 18 meses antes de la comercialización de los existentes en la fase de engorde, con lo cual se generaliza el proceso de explotación acuícola.

Durante el primer año de explotación se adquirirán los alevines, a los 6 meses pasarán a la fase de engorde donde permanecerán 2 años aproximadamente y al inicio del segundo año volverán a adquirirse alevines para que el proceso no se interrumpa. En el tercer año de explotación se producen los primeros ingresos provenientes de la venta de los alevines adquiridos en el momento inicial. A partir de este momento la producción será anual en la forma descrita anteriormente.

Bajo estos supuestos y partiendo de la información simulada se conforma lo que hemos denominado cuenta de explotación tipo para el año 1994 y que conforma la última columna del cuadro 2.

Para llevar a cabo este estudio consideraremos que la cuenta de explotación tipo para el año 1994 puede mantenerse en los ejercicios siguientes, bajo el supuesto de que el incremento que se produzca en la adquisición de inputs por el proceso productivo va a tener la misma repercusión que el incremento que pueda producirse en los precios de venta de los outputs obtenidos. En consecuencia, tales cuentas tendrán su base en 1992, año en el cual se inicia la explotación objeto de estudio, y a ellas hay que darles la consideración de cuentas expresadas en términos constantes.

Hay que hacer constar, a su vez, que al calcular los flujos de tesorería consideraremos que los cobros y pagos se producen en el mismo período en que se realicen los ingresos y gastos correspondientes.

Antes de pasar a la elaboración del plan financiero, es necesario proceder a la estimación de las necesidades de tesorería en cada uno de los períodos, con el fin de determinar las fuentes financieras a utilizar para que exista en todo momento un equilibrio financiero (cuadro 3).

Añadir, en lo referente a los comentarios realizados, que dada la amplitud de variables relevantes que intervienen en la determinación de la rentabilidad económica de un proyecto de inversión, hemos optado por realizar un análisis económico de carácter muy general. Sin embargo y pongamos como ejemplo la obtención del excedente bruto de la explotación y excedente neto de la explotación, el propio modelo genera y aporta los datos necesarios que, si es el caso, puedan permitir su cálculo.

NECESIDADES	1992	1993	1994	1995
Inversiones	25.000.000	-	-	-
Energía	512.719	3.016.159	6.765.920	6.765.920
Alimentación	714.250	3.931.357	8.178.586	8.178.586
Compra de Alev.	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000
Varios	1.005.236	1.691.702	2.651.341	2.651.341
Coste M.de O.	3.013.699	4.000.000	4.000.000	4.000.000
Otros G. Int.	1.389.575	1.190.686	1.350.305	1.350.305
Total	38.785.479	20.979.904	30.096.152	30.096.152
Ingresos				
Ventas	-	-	46.826.440	46.826.440
Total	-	-	46.826.440	46.826.440
Rec. Gener.	-38.785.479	-20.979.904	16.730.288	16.730.288
Rec. Acum.	-38.785.479	-59.765.383	-43.035.095	-26.304.807

CUADRO 3

Del cuadro 3 se deduce que antes de producirse las primeras ventas, es decir para los dos primeros años de cultivo, se hace necesaria la consecución de 61.000.000 pts., esta cantidad resulta de un lado de las necesidades de inversión derivadas del propio proyecto y el resto sería fruto del Fondo de Maniobra con que hay que dotar a la empresa.

Tal Fondo de Maniobra supone una cuantía elevada debido al período medio o de maduración que posee la empresa, el cual se sitúa alrededor de 30 meses, durante los cuales hay que inyectar fondos a la empresa para hacer frente a los distintos gastos derivados de la explotación.

Teniendo en cuenta todo lo dicho, hemos establecido la siguiente estructura financiera en el momento inicial para la empresa:

Capital propio:	17.000.000
Recursos ajenos a largo:	29.000.000
Recursos ajenos a corto:	15.000.000

En base a las previsiones efectuadas, el plan financiero definitivo, teniendo en cuenta los capitales obtenidos así como el reembolso de los mismos, sería (cuadro 4):

Como podemos observar los excedentes monetarios surgidos desde el año 1992 no parecen excesivos, en tanto siempre debe mantenerse un saldo mínimo en caja en concepto de pagos imprevistos. Estos excedentes empiezan a ser más elevados a partir de 1997, no obstante, parece más oportuno y prudente considerar que el momento en el cual puede procederse a remunerar los capitales invertido en la empresa sea en el año 1999, ya que en ese año se han absorbido las pérdidas de los años 1992 y 1993.

Tomando como referencia los datos del plan financiero estimado, hemos ampliado la cuenta de explotación previsional para varios años, incluyendo en la misma los gastos financieros (cuadro 5).

Los resultados de la cuenta de explotación obtenidos son elevados en relación a los capitales invertidos, lo que indica que nos encontramos ante una actividad atractiva.

Este hecho se confirma analizando el ratio de rentabilidad económica o rentabilidad de los capitales totales que para la empresa simulada se sitúan en un 22 por 100, y que nos pone en relación los beneficios obtenidos por la empresa con el total de recursos utilizados por ella.

Plan Financiero (pesetas constantes de 1992)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Necesidades								
Inversiones	25.000.000	-	-	-	-	-	-	-
Energía	512.719	3.016.159	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920
Alimentación	714.250	3.931.357	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586
C. Alevines	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000
Varios	1.005.236	1.691.702	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341
C.Mano de Obra	3.013.699	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
O.G. Internos	1.389.575	1.190.686	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305
Devoluciones								
Ptmo. a corto	-	-	3.000.000	5.000.000	7.000.000	-	-	-
Ptmo. a largo	-	-	3.400.000	3.400.000	3.400.000	7.400.000	11.400.000	-
Intereses	-	-	4.400.000	3.760.000	2.920.000	1.880.000	1.140.000	-
Total Neces.	38.785.479	20.979.904	40.896.152	42.256.152	43.416.152	39.376.152	42.636.15	30.096.152
Fuentes								
Ventas	-	-	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440
Capital	17.000.000	-	-	-	-	-	-	-
Ptmo. a corto	15.000.000	-	-	-	-	-	-	-
Ptmo. a largo	29.000.000	-	-	-	-	-	-	-
Total Fuentes	61.000.000	-	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.44	46.826.440
Rec. Generados	22.214.521	-21.979.904	5.930.288	4.570.000	3.410.288	7.450.288	4.190.288	16.730.288
Rec. Acumulados	22.214.521	1.234.617	7.164.905	11.735.193	15.145.481	22.595.769	26.786.057	43.516.345

CUADRO 4

Cuenta de Explotación Provisional (pesetas constantes de 1992)

Ingresos	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ventas	-	-	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440	46.826.440
Gastos								
Energía	512.719	3.016.159	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920	6.765.920
Alimentación	714.250	3.931.357	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586	8.178.586
C. Alevines	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000
Varios	1.005.236	1.691.702	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341	2.651.341
C. Mano de Obra	3.013.699	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
O.G. Internos	1.389.575	1.190.686	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305	1.350.305
Amortizaciones	2.500.000	2.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
G. Financieros	-	-	4.400.000	3.760.000	2.920.000	1.880.000	1.140.000	-
Total Gastos	16.285.479	23.479.904	36.356.152	36.356.152	35.516.152	34.476.152	33.736.152	32.596.152
Beneficios	-16.285.479	-23.479.904	9.830.288	10.470.288	11.310.288	12.350.288	13.090.28	14.230.288

CUADRO 5

Este análisis de la rentabilidad económica de la empresa debe estudiarse paralelamente al de la correspondiente rentabilidad financiera que en este caso relaciona los beneficios obtenidos con los capitales o fondos propios de la empresa. Para nuestra empresa este ratio se sitúa en un 77.7 por 100, porcentaje que permite observar con optimismo la productividad de los capitales propios invertidos.

Como podemos deducir de lo expuesto, el proyecto de explotación acuícola simulado es viable pues presenta unos índices de rentabilidad lo suficientemente elevados como para asegurar la remuneración de los capitales invertidos y unos márgenes de beneficio aceptables.

Sin embargo, los riesgos que se derivan de la provisionalidad de los elementos a producir, mantener y engordar, unido al amplio período de renovación del capital, nos hace subrayar la importancia de contar con un capital importante para afrontar con disponibilidad el tiempo necesario para cubrir la inversión inicial y su mantenimiento provisional antes de producirse la primera remesa de productos de carácter comercial.

En cualquier caso y dado el potencial productivo de estas empresas, es obvio que las líneas de actuación deben tender a cubrir esta fase de arranque vía subvenciones o, en su caso, a través de créditos con bajo tipo de interés.

A modo de consideración final, puntualizar que el modelo de simulación presentado genera una infraestructura de investigación que controla el proceso de producción (única fase que se considera en la explotación modelizada), infraestructura a partir de la cual puede analizarse la rentabilidad o viabilidad interna de cualquier proyecto acuícola simulado, permitiendo asimismo la realización de análisis comparativo entre diferentes proyectos presentados.

BIBLIOGRAFÍA.

- Barnabé G. (1976): *Contribution à la Connaissance de la Biologie du Loup* (*Dicentrarchus Labrax* L.). Thèse d'État, Univ. Sci. Techn. Languedoc. Montpellier.
- Bertalanffy L. von. (1938): "*A Quantitative Theory of Organic Growth*". Human Biology, núm. 10.

- Bohac M. (1981): *Interactions of Temperature and Food Rations on Growth of Sea Bass (Dicentrarchus Labrax L.)*. World Conf. Acua. and Int. Aquac. Poster 7. Trade Show Venise.
- *Boletín de información agraria y pesquera*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. N 48. Octubre 1991.
- Coll Morales, J. (1983): *Acuicultura Marina Animal*. Mundi- Prensa. Madrid.
- Dennis Pegden, C. (1986): *Introduction to SIMAN*. Systems Modeling Corporation. Pennsylvania.
- Dosdat A. (1984): "*Prégrossissement et Consommation d'Oxygène de Loups et Daurades en Elevages Intensifs*". En *L'aquaculture du bar et des sparidés* de G.Barnabé y R. Billard (eds).
- Faure A. (1980): *Bases Biotechniques et Economiques de Mise en Place d'une Gestion Prévisionnelle en Aquaculture. Exemple de la Salmoniculture. Cycle de formation sur le développement des productions animales en milieux aquatiques*. INA. Paris.
- *Lecturas sobre Primer Curso Teórico-Práctico sobre Acuicultura*. Tomos I y II (marzo-abril 1985). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- "*La agricultura y la pesca en Andalucía*". Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Memoria años: 1985,1986, 1987,1988,1990.
- Luque Dominguez, E. J. (1988): *Simulación de Sistemas Discretos: Una Aplicación al Análisis y Planificación de una Empresa de Servicios*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.
- Parker, L.A. y Larkin, P.A. (1959): "*A concept of Growth in Fishes*". J. Fish. Res. Board Can. núm. 16.
- *Programa de orientación plurianual sector acuicultura 1987-1991*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaría general de Pesca Marítima.
- *Programa de orientación plurianual sector acuicultura 1992-1996*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaría general de Pesca Marítima.

-
- Querellou, J. (1984): "*Modèle de Production en Pisciculture Intensif: Application à l'Élevage du Loup. (Dicentrarchus Labrax L.)*". En L'aquaculture du bar et des sparidés de G. Barnabé et R. Billard (eds). Paris.
 - Ruiz, G. (1986): *La Economía de la Empresa Acuícola*. Estudio realizado para la Secretaria General de Pesca Marítima por el Grupo de Trabajo sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente. No Publicado. Málaga.
 - Ruiz, G. y Niell J. (1986): *Estudio Ecológico-Económico de las Condiciones Acuícolas del litoral Marítimo de Estepona*. Grupo de Trabajo sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente. Málaga.