

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

INVERSION ANALYSIS IN BOVINE PRODUCTION OF MILK

Rouco Yáñez, A. y A. Muñoz Luna

Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30071-Murcia, España. e-mail: arouco@fcu.um.es.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Cobro. Pago. Flujo de caja. Análisis de sensibilidad. Rentabilidad.

ADDITIONAL KEYWORDS

Recovery. Payment. Cash flow. Sensibility analysis. Profitability.

RESUMEN

Partiendo de parámetros productivos medios obtenidos a partir de encuestas realizadas en el cinturón lechero de Murcia, se diseña una explotación tipo que servirá como base para la realización del trabajo. Primero se analizan los parámetros que caracterizan un estudio financiero de viabilidad empresarial, calculando con posterioridad los índices de rentabilidad. Para eliminar una serie de supuestos introducidos inicialmente a modo de simplificación se realiza un análisis de sensibilidad enfocado como estudio econométrico, lo cual servirá para poder determinar las elasticidades de los diversos índices, observando así como la variación de los diferentes parámetros que caracterizan el proyecto de inversión, influyen de forma relativa en los índices de viabilidad y rentabilidad empresarial.

SUMMARY

Parting of productive parameters means gotten starting from surveys carried out in the belt milkman of Murcia, we are going to design an exploitation type that will serve us like base for the realization of the work. We will begin by analyzing the parameters that characterize a financial study of managerial viability, in order to calculate the indexes of rentability. In order

to eliminate a series of introduced assumptions initially to manner of simplification will carry out an analysis of sensibility that we will focus with a study econometrical, which will serve us like a study in order to could determine the elasticities of the diverse indexes, observing the variation of the several parameters that they characterize the project of investment as well as they influence of comparative form in the indexes of viability and profitability managerial.

INTRODUCCIÓN

Invertir es adquirir, en un determinado ejercicio (por parte de la empresa o empresario), activos (especialmente bienes de equipo) con el fin de obtener, mediante su concurso una corriente positiva de rentas en los ejercicios siguientes; mientras que proyectos de inversión son investigaciones, entre un conjunto de posibilidades, de la viabilidad de las mismas, cuantificando la posible rentabilidad por medio de una serie de índices. El objetivo del trabajo se centra en averiguar si es o no rentable una explotación

tipo diseñada a partir de las medias productivas de las explotaciones lecheras ubicadas en el cinturón de Murcia.

Para iniciar este estudio, se debe comenzar por catalogar las características técnicas del proyecto, mediante una breve memoria explicativa del mismo. La explotación, como ya quedó de manifiesto, estará ubicada en el cinturón lechero de Murcia, la actividad será la producción de leche para la venta a una central de la zona; para conseguir todo ello se debe comenzar por crear las estructuras e infraestructuras necesarias (Rouco, 1995).

Por tanto, las obras que deben acometerse para poner en marcha el proyecto serán: preparación del terreno, acometida de luz y agua y construcción de naves. Una vez realizadas todas las obras antes señaladas, se deben adquirir todos los útiles y maquinaria necesaria para poner en marcha la producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cualquier proyecto de inversión queda caracterizado por tres parámetros, que una vez desglosada convenientemente la memoria del proyecto pueden ser fácilmente tipificados (Romero, 1992):

1.- Pago de inversión (K).- Es el número de unidades monetarias que el empresario desembolsa para poner en marcha el proyecto. Este pago, en nuestro caso, va a ser desembolsado de una sola vez en el año inicial de la inversión, K_0 , tal y como se indica en la **tabla I**:

2.- Vida del proyecto (n).- Es el período de tiempo, medido generalmente en años, durante el cual la inversión seguirá funcionando y rindiendo, a partir del momento inicial y de acuerdo con las

Tabla I. Pago de inversión. (Inversion payment).

Concepto	K_0 (pta)
Preparación de la finca	4.700.000
Naves	17.457.000
Maquinaria	5.439.420
Ganado	27.990.000
TOTAL	55.586.420

perspectivas del inversor. Parece que puede existir una estrecha relación entre la vida útil de las naves, que en ganadería se estima puede llegar a ser de 30 años y el pago de inversión, por ello se estima finalmente la vida de proyecto (n) en 30 años.

3.- Flujo de caja (R).- Siendo c_j el total de cobros de un año cualquiera j y p_j el total de pagos para el mismo año, se define el flujo de caja R_j para dicho año como:

$$R_j = C_j - P_j$$

El flujo de caja no se compone sólo de cobros y pagos ordinarios, llamando así a todos aquéllos que se originan en cada uno de los ejercicios económicos como consecuencia de la puesta en marcha de la producción; sino que es preciso añadir también los cobros y pagos extraordinarios (que se producen de manera aperiódica) que proceden especialmente de la renovación parcial de los bienes de equipo, ya que no todos ellos tienen la misma vida útil, y generará a la vez un pago por la adquisición y un cobro por la venta del inmovilizado desechado.

La **tabla II** recoge la descomposición de los cobros ordinarios que se producen en la explotación una vez puesto en marcha el proyecto. Hay que tener en cuenta

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

Tabla II. Cobros ordinarios. (Ordinary recovery).

Concepto	Rendimiento	Número de animales	Precio medio (pta)	Cobros (pta)
Leche	6.000 l/vaca	120	50	36.000.000
Termeros	150 kg/ternero	74	450	4.995.000
Novillas		3	200.000	600.000
TOTAL				41.595.000

que al final del año inicial ya se está en condiciones de empezar a producir, por lo que el año 1 la explotación ya se encontrará a pleno rendimiento, las previsiones (que se basan en parámetros productivos medios obtenidos a partir de encuestas en explotaciones del cinturón lechero de la ciudad de Murcia), son las siguientes: 120 vacas con lactaciones medias de 6000 kg; asimismo, se venden a precio de mercado 74 terneros (el resto servirán para realizar reposición) con un peso medio de 150 kg cada uno y tres novillas preñadas que alcanzarán un precio de 200.000 pesetas cada una.

La **tabla III** recoge la descomposición de los pagos ordinarios según los

Tabla III. Descomposición de los pagos ordinarios. (Breakdown of ordinary payment).

Concepto	Pago (pta)
Alimentación	12.125.605
Veterinario	36.000
Inseminación	120.000
Medicamentos y vacunas	144.000
Suministros	60.000
Combustible y energía	240.000
Reparaciones	200.000
Laborales	4.300.000
Financieros	3.182.216
Otros	200.000
TOTAL	20.607.821

consumos de los diferentes *inputs* que se producen en la explotación.

La evaluación de inversiones requiere, pues, un cálculo previo de las corrientes de cobros y de pagos que originará el proyecto durante sus años de vida útil según estimaciones prudentes realizadas.

Los criterios de evaluación de inversiones que van a ser estudiados pueden apoyarse en unos supuestos no muy realistas, pero que conviene introducir de modo provisional a fin de no complicar desde el principio la exposición, sin perjuicio de que más adelante, se revisen y supriman algunos de ellos.

1.- Los cobros y los pagos de un año se efectúan en un mismo instante al final de dicho año. En realidad, este supuesto es escasamente relevante. Su único objetivo es simplificar el cálculo, ya que, si cobros y pagos aparecen concentrados en un único punto sobre el eje de tiempos, pueden sumarse algebraicamente y reducirse a una cifra única: el flujo de caja.

2.- El inversor puede estimar sin equivocarse el pago de inversión (K) y el flujo de caja (R_t) de cada año, así como prefiar la vida del proyecto (n). Así pues, suponemos que las expectativas del empresario no van a desviarse apreciablemente de los valores que tomen de hecho los parámetros en el futuro. Este supuesto nos permite trabajar con un modelo

ROUCO YÁÑEZ Y MUÑOZ LUNA

Tabla IV. Estructura de los flujos de caja (pta). (Structure of cash flow (pta)).

Años	Cobros ordinarios	Cobros extraordinarios	Pagos ordinarios	Pagos extraordinarios	Flujos de caja	Pago de inversión
0	-	-	20.607.821	-	-20.607.821	-55.586.420
1	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
2	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
3	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
4	41.595.000	-	20.607.821	35.000	20.952.179	-
5	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
6	41.595.000	125.000	20.607.821	1.250.000	19.862.179	-
7	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
8	41.595.000	-	20.607.821	35.000	20.952.179	-
9	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
10	41.595.000	415.442	20.607.821	4.154.420	17.248.201	-
11	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
12	41.595.000	125.000	20.607.821	1.250.000	19.862.179	-
13	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
14	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
15	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
16	41.595.000	-	20.607.821	35.000	20.952.179	-
17	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
18	41.595.000	125.000	20.607.821	1.250.000	19.862.179	-
19	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
20	41.595.000	415.442	20.607.821	4.189.420	17.213.201	-
21	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
22	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
23	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
24	41.595.000	125.000	20.607.821	1.285.000	19.827.179	-
25	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
26	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
27	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
28	41.595.000	-	20.607.821	35.000	20.952.179	-
29	41.595.000	-	20.607.821	-	20.987.179	-
30	41.595.000	5.820.000	20.607.821	-	26.807.179	-

determinístico, evitando por ahora las complicaciones, tanto de un modelo aleatorio, como de un modelo para situaciones de incertidumbre.

3.- Los precios no están sometidos a tensiones inflacionistas o deflacionistas.

4.- Existe un mercado perfecto de dinero, es decir, el inversor puede tomar

o conceder préstamos en la cantidad y plazo que desee, a interés compuesto y a un tipo de capitalización i , independiente de la cuantía del capital prestado.

Estos supuestos pueden parecer demasiado restrictivos para un modelo que pretende acercarse a la realidad. Pero no debe olvidarse que se aceptan sólo a

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

título transitorio, para simplificar el análisis en su etapa inicial y los más fuertes se levantarán posteriormente. Este planteamiento que acabamos de ver constituye la base de los métodos de evaluación financiera de inversiones.

Estructura del flujo de caja: Una vez establecidos los diferentes conceptos que definen la inversión, el siguiente paso consiste en resumir ordenadamente toda la información que hemos ido recabando, para ello, en la **tabla IV** presentamos detalladamente toda la estructura de los flujos de caja.

Criterios de evaluación de inversiones: los criterios que usualmente se utilizan para evaluar la rentabilidad financiera de una inversión son:

1.- Valor actual neto (VAN). Es la forma más intuitiva de evaluar la rentabilidad de una inversión, consiste en restar a la suma, convenientemente homogeneizada, de unidades monetarias que la inversión proporciona al inversor, las unidades monetarias que el inversor ha dado a la misma. Si el pago de inversión no está fraccionado, la suma algebraica anterior para un factor de homogeneización (tipo de interés) i será:

$$\text{VAN} = R_1/(1+i) + R_2/(1+i)^2 + \dots + R_n/(1+i)^n - K;$$

o lo que es lo mismo

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n R_t/(1+i)^t - K$$

En definitiva, este concepto indica la ganancia neta generada por el proyecto. Por esta razón, cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero se dice que, para el tipo de interés elegido, resulta viable desde un punto de vista financiero. Por el contrario, si el VAN es negativo el proyecto no será viable y quedará inmediatamente descartada su ejecución

En caso de que los desembolsos correspondientes al pago de inversión se fraccionen o escalonen a lo largo de los m primeros años de vida de la inversión ($K_0, K_1, K_2, \dots, K_m$), la fórmula anterior se convierte en:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n R_t/(1+i)^t - \sum_{t=0}^m K_t/(1+i)^t$$

2.- Relación Beneficio/Inversión (Q). Este índice informa sobre la rentabilidad relativa, consiste en dividir el VAN generado por el proyecto por su pago de inversión. Este cociente indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Las fórmulas para calcular el índice según el pago de inversión se realice en el momento inicial o se fraccione en los m primeros años de la vida del proyecto son las siguientes:

$$Q = \text{VAN} / K$$
$$Q = \text{VAN} / \sum_{t=0}^m K_t / (1+i)^t$$

Cuando el VAN de una inversión es positivo, también lo es su relación beneficio/inversión; por tanto, la viabilidad de un proyecto puede definirse tanto en términos de VAN positivo como de relación Beneficio/Inversión positiva.

3.- Plazo de recuperación. Se entiende por plazo de recuperación (o *Pay-back*) de una inversión el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Dicho en otras palabras, el plazo de recuperación o *Pay-Back* de una inversión nos indica el momento de la vida de la inversión en que el valor actual neto de la misma se hace cero. A partir de dicho

momento, si los cobros superan a los pagos, conforme transcurran años se irán generando incrementos positivos en el VAN de la inversión.

4.- Tasa interna de rendimiento (TIR): En este punto se abordará el problema de la evaluación de inversiones de una manera diferente y hasta cierto punto alternativa a como se había hecho en los puntos anteriores. Aquí se planteará la inversión como si fuese un préstamo que un cierto agente económico (el inversor) hace a un ente abstracto (el proyecto de inversión); el prestamista (inversor) presta al prestatario (el proyecto de inversión) K unidades monetarias (pago de inversión) en el momento presente. El proyecto de inversión se compromete a devolver al inversor al final de cada año y durante n años (vida del proyecto) las anualidades R_1, R_2, \dots, R_n (flujos de caja). Planteada la inversión en estos términos puede resultar muy útil determinar el tipo de interés que obtiene el prestamista (inversor) por su préstamo de K unidades monetarias. Este tipo de interés constituirá una especie de indicador de la eficacia que ha tenido la inversión para el inversor. Si este tipo de interés fuese λ , en caso de que el pago de inversión no estuviese fraccionado debería satisfacerse la siguiente ecuación:

$$K = \sum_{j=1}^n R_j / (1 + \lambda)^j$$

A este valor λ se le conoce con el nombre de *tasa interna de rendimiento* de la inversión, o de un modo más abreviado TIR de la misma. El calificativo de interna que recibe esta tasa se debe a que se trata de un tipo de interés cuyo valor viene determinado única y exclusivamente por las variables internas que defi-

nen la inversión y no por ninguna variable exógena a la misma.

El concepto de tasa interna de rendimiento permite dar una nueva definición al concepto de viabilidad financiera de un proyecto de inversión; así, *una inversión es viable cuando su tasa interna de rendimiento λ excede al tipo de interés i al cual el inversor puede conseguir recursos financieros*, pues en este caso se puede realizar el proyecto tomando en préstamo K unidades monetarias a interés compuesto del i por uno, quedándole todavía al inversor una ganancia adicional del $\lambda - i$ por uno.

Resumiendo, la decisión de acometer o no un proyecto, o lo que es lo mismo, de realizar o no una inversión puede esquematizarse de la siguiente forma:

- Si $\lambda < i$ el proyecto no es viable, resultando así más interesante prestar las K unidades monetarias a devolver en n años al i por uno.

- Si $\lambda > i$ la inversión es viable en principio y puede ser interesante su ejecución desde un punto de vista financiero.

En el caso de que el pago de inversión esté fraccionado a lo largo de los m primeros años de la vida del proyecto, la ecuación se transforma en:

$$\sum_{j=0}^m K_j / (1 + \lambda)^j = \sum_{j=1}^n R_j / (1 + \lambda)^j$$

Análisis de sensibilidad: Un supuesto poco realista en el que se basan los criterios de evaluación de inversiones es el de certidumbre absoluta o conocimiento perfecto del futuro por parte del inversor. Este supuesto, de evidente carácter restrictivo, condiciona considerablemente la validez de las conclusiones que se puedan obtener con el análisis de

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

rentabilidad. El objetivo, pues, de este análisis consiste en desarrollar una serie de técnicas que permitan suavizar y llegar a eliminar este supuesto inicial necesario para calcular los índices.

En esencia, se va a determinar la influencia que tienen posibles variaciones de los valores de los parámetros que definen la inversión (pago de inversión, vida del proyecto, etc.) sobre los índices que miden la rentabilidad financiera (VAN o TIR). Los parámetros que deben elegirse para efectuar un análisis de sensibilidad son aquellos que, estando su estimación sujeta a un fuerte grado de incertidumbre, variaciones en el valor de los mismos repercuten considerablemente en los valores que toman los índices que miden la rentabilidad de la inversión.

Una forma de acometer el análisis de sensibilidad puede ser en base a formular diversas hipótesis normales, optimistas o pesimistas para los diferentes parámetros, por ejemplo, en este caso se pueden considerar cinco posibles alternativas para el pago de inversión, cinco para los flujos de caja y tres para los tipos de capitalización. Para proceder de una forma ordenada construiremos un árbol de decisión, para después calcular los índices para las diferentes alternativas resultantes, todo ello queda reflejado en la **figura 1**.

El árbol de decisión nos posibilita también enfocar el análisis de sensibilidad como un problema de regresión múltiple. Se va, pues, a desarrollar un método que puede tener interés en algunos proyectos; consiste en correlacionar el valor del VAN y el del TIR con aquellos parámetros del proyecto que se han sometido a un análisis de sensibilidad. En

nuestro caso correlacionaremos el VAN con los cinco valores que toma el pago de inversión, con los cinco niveles del flujo de caja y con los tres valores del tipo de capitalización. En cuanto al TIR, dado que es independiente del tipo de capitalización elegido, se correlacionará únicamente con los cinco valores del pago de inversión y con los cinco niveles del flujo de caja.

Se ensaya como función VAN una curva lineal del tipo:

$$VAN = a_1 + a_2 K + a_3 \Delta R + a_4 i$$

Seguidamente se ensaya como función TIR otra curva lineal del tipo:

$$TIR = b_1 + b_2 K + b_3 \Delta R$$

Por ΔR , se entienden los diferentes valores que adopta el flujo de caja en el árbol de decisión.

Estas dos funciones contienen una información muy útil con vistas al análisis de sensibilidad de la inversión, así, van a permitir calcular las diferentes elasticidades, con lo que, de la observación de la función VAN, se deduce lo siguiente (Gollnick, 1973):

1.- La elasticidad del pago de inversión con respecto al VAN se puede definir como la variación porcentual del valor del VAN cuando el pago de inversión varía un 1 p.100, su cálculo se realiza resolviendo la expresión:

$$\epsilon_v = a_2 \cdot (K / VAN)$$

2.- La elasticidad del flujo de caja con respecto al VAN se puede definir como la variación porcentual del valor del VAN cuando el flujo de caja varía un 1 p.100,

CONDICIONES GENERALES	K = -20%	R = -20%	a1; i = 6%	a2; i = 7%	a3; i = 8%
		R = -10%	a4; i = 6%	a5; i = 7%	a6; i = 8%
		R = 0%	a7; i = 6%	a8; i = 7%	a9; i = 8%
		R = +10%	a10; i = 6%	a11; i = 7%	a12; i = 8%
		R = +20%	a13; i = 6%	a14; i = 7%	a15; i = 8%
	K = -10%	R = -20%	a16; i = 6%	a17; i = 7%	a18; i = 8%
		R = -10%	a19; i = 6%	a20; i = 7%	a21; i = 8%
		R = 0%	a22; i = 6%	a23; i = 7%	a24; i = 8%
		R = +10%	a25; i = 6%	a26; i = 7%	a27; i = 8%
		R = +20%	a28; i = 6%	a29; i = 7%	a30; i = 8%
	K = 0%	R = -20%	a31; i = 6%	a32; i = 7%	a33; i = 8%
		R = -10%	a34; i = 6%	a35; i = 7%	a36; i = 8%
		R = 0%	a37; i = 6%	a38; i = 7%	a39; i = 8%
		R = +10%	a40; i = 6%	a41; i = 7%	a42; i = 8%
		R = +20%	a43; i = 6%	a44; i = 7%	a45; i = 8%
	K = +10%	R = -20%	a46; i = 6%	a47; i = 7%	a48; i = 8%
		R = -10%	a49; i = 6%	a50; i = 7%	a51; i = 8%
		R = 0%	a52; i = 6%	a53; i = 7%	a54; i = 8%
		R = +10%	a55; i = 6%	a56; i = 7%	a57; i = 8%
		R = +20%	a58; i = 6%	a59; i = 7%	a60; i = 8%
K = +20%	R = -20%	a61; i = 6%	a62; i = 7%	a63; i = 8%	
	R = -10%	a64; i = 6%	a65; i = 7%	a66; i = 8%	
	R = 0%	a67; i = 6%	a68; i = 7%	a69; i = 8%	
	R = +10%	a70; i = 6%	a71; i = 7%	a72; i = 8%	
	R = +20%	a73; i = 6%	a74; i = 7%	a75; i = 8%	

Figura 1. Árbol de decisión. (Decision tree).

su cálculo se realiza resolviendo la expresión:

$$\varepsilon_{\Delta R} = a_3 \cdot (\Delta R / \text{VAN})$$

3.- La elasticidad del tipo de capitalización con respecto al VAN se puede definir como la variación porcentual del valor del VAN cuando el tipo de capitalización varía un 1 p.100, su cálculo se realiza resolviendo la expresión:

$$\varepsilon_i = a_4 \cdot (i / \text{VAN})$$

De manera similar, de la observación de la función TIR, se deduce lo siguiente:

1.- La elasticidad del pago de inversión con respecto al TIR se puede definir como la variación porcentual del valor del TIR cuando el pago de inversión varía un 1 p.100, su cálculo se realiza resolviendo la expresión:

$$\varepsilon_R = b_2 \cdot (K / \text{TIR})$$

2.- La elasticidad del flujo de caja con respecto al TIR se puede definir como la

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

Tabla V. Índices de rentabilidad financiera.
(Index of financial rentability).

VAN	O	P-B (años)	TIR (p.100)
180.250.446	3,24	5	23,25

variación porcentual del valor del TIR cuando el flujo de caja varía un 1 p.100, su cálculo se realiza resolviendo la expresión:

$$\epsilon_{\text{VAN}} = b_3 \cdot (\Delta R / \text{TIR})$$

RESULTADOS

Para evaluar la inversión hay que proceder al cálculo de los índices que miden la rentabilidad de la misma, partiendo de un tipo de interés de mercado del 7 p.100, para dicho cálculo se emplea la hoja de cálculo EXCEL, reflejándose los valores obtenidos en la **tabla V**.

En la **tabla VI** se reflejan todos los índices de las diferentes alternativas configuradas en el árbol de decisión de la **figura 1**.

Del árbol de decisión de la **figura 1** y de los datos de la **tabla VI**, pueden deducirse fácilmente las **tablas VII** y **VIII**, que contienen toda la información necesaria para poder efectuar el análisis de sensibilidad enfocado como un problema de regresión múltiple. En dichos cuadros, los valores del VAN y del pago de inversión vienen expresados en millones de pesetas, habiéndose redondeado el valor del VAN en miles de pesetas. Por otra parte, para facilitar el ajuste, se ha asociado a la variable nivel de los flujos de caja cinco valores: 1 que corresponde

a la hipótesis más pesimista (menos 20 p.100), 2 que corresponde a la hipótesis pesimista (menos 10 p.100), 3 que corresponde a la hipótesis normal (no variación), 4 que corresponde a la hipótesis optimista (más 10 p.100) y 5 que corresponde a la hipótesis más optimista (más 20 p.100). Asimismo, los valores del tipo de capitalización se han expresado en porcentaje.

Ajustando por mínimos cuadrados ordinarios la función VAN a los datos de la **tabla VII**, se obtiene la curva:

$$\text{VAN} = 347,74 - K + 23,73 \Delta R - 25,95 I \\ (4,26) \quad (0,048) \quad (0,27) \quad (0,46)$$

El coeficiente de determinación (R^2) es igual a 0,99, lo que nos indica el ajuste como correcto y el test de Durbin-Watson nos indica que no existe autocorrelación entre las series explicativas.

Efectuando el ajuste mínimo cuadrático de la función TIR a los datos de la **tabla VIII**, obtenemos la curva:

$$\text{TIR} = 0,35 - 0,0029 K + 0,016 \Delta R \\ (0,0039) \quad (0,000066) \quad (0,00037)$$

Tomando, también en este caso, el coeficiente de determinación un valor de 0,99, lo que nos indica el ajuste como correcto y el test de Durbin-Watson indica que no existe autocorrelación entre las series explicativas.

1.- La elasticidad del pago de inversión con respecto al VAN es:

$$\epsilon_K = - (K / \text{VAN})$$

Con lo que un aumento de un 1 p.100 en el valor del pago de inversión, *ceteris paribus*, origina una disminución media del $0,32 \pm 0,1$ p.100 en el valor del VAN,

Tabla VI. Índices de las alternativas resultantes del árbol de decisión. (Index of alternatives of decision tree).

Clave	VAN pesetas	Q	TIR p.100	PB años	Clave	VAN pesetas	Q	TIR p.100	PB años
a1	166.669.288	3,75	23,25	5	a38	180.250.446	3,24	23,25	5
a2	144.200.357	3,24	23,25	5	a39	156.432.810	2,81	23,25	5
a3	125.146.248	2,81	23,25	5	a40	234.728.912	4,22	24,79	4
a4	193.061.590	4,34	25,16	4	a41	203.834.133	3,67	24,79	5
a5	167.784.044	3,77	25,16	4	a42	177.634.732	3,20	24,79	5
a6	146.348.171	3,29	25,16	5	a43	261.121.215	4,70	26,25	4
a7	219.453.893	4,93	26,95	4	a44	227.417.820	4,09	26,25	4
a8	191.367.730	4,30	26,95	4	a45	198.836.855	3,58	26,25	4
a9	167.550.094	3,77	26,95	4	a46	149.993.362	2,45	18,52	6
a10	245.846.196	5,53	28,63	4	a47	127.524.431	2,08	18,52	6
a11	214.951.417	4,83	28,63	4	a48	108.470.322	1,77	18,52	7
a12	188.752.016	4,24	28,63	4	a49	176.385.664	2,88	20,19	6
a13	272.238.499	6,12	30,21	4	a50	151.108.118	2,47	20,19	6
a14	238.535.104	5,36	30,21	4	a51	129.672.245	2,12	20,19	6
a15	209.953.939	4,72	30,21	4	a52	202.777.967	3,32	21,77	5
a16	161.110.646	3,22	21,42	5	a53	174.691.804	2,86	21,77	5
a17	138.641.715	2,77	21,42	5	a54	150.874.168	2,47	21,77	5
a18	119.587.606	2,39	21,42	5	a55	229.170.270	3,75	23,25	5
a19	187.502.948	3,75	23,25	5	a56	198.275.491	3,24	23,25	5
a20	162.225.402	3,24	23,25	5	a57	172.076.090	2,81	23,25	5
a21	140.789.529	2,81	23,25	5	a58	255.562.573	4,18	24,66	4
a22	213.895.251	4,27	24,96	4	a59	221.859.178	3,63	24,66	5
a23	185.809.088	3,71	24,96	4	a60	193.278.013	3,16	24,66	5
a24	161.991.452	3,24	24,96	5	a61	144.434.720	2,16	17,34	7
a25	240.287.554	4,80	26,57	4	a62	121.965.789	1,83	17,34	7
a26	209.392.775	4,18	26,57	4	a63	102.911.680	1,54	17,34	7
a27	183.193.374	3,66	26,57	4	a64	170.827.022	2,56	18,95	6
a28	266.679.857	5,33	28,08	4	a65	145.549.476	2,18	18,95	6
a29	232.976.462	4,66	28,08	4	a66	124.113.603	1,86	18,95	6
a30	204.395.297	4,09	28,08	4	a67	197.219.325	2,96	20,46	5
a31	155.552.004	2,80	19,87	6	a68	169.133.162	2,54	20,46	6
a32	133.083.073	2,39	19,87	6	a69	145.315.526	2,18	20,46	6
a33	114.028.964	2,05	19,87	6	a70	223.611.628	3,35	21,89	5
a34	181.944.306	3,27	21,61	5	a71	192.716.849	2,89	21,89	5
a35	156.666.760	2,82	21,61	5	a72	166.517.448	2,50	21,89	5
a36	135.230.887	2,43	21,61	5	a73	250.003.931	3,75	23,25	5
a37	208.336.609	3,75	23,25	5	a74	216.300.536	3,24	23,25	5
					a75	187.719.371	2,81	23,25	5

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

Tabla VII. Datos para la función del VAN. (Facts for VNA function).

VAN (000 pta)	K (000 pta)	ΔR	i	VAN (000 pta)	K (000 pta)	ΔR	i
166,669	44,469	1	6	156,433	55,586	3	8
144,200	44,469	1	7	234,729	55,586	4	6
125,146	44,469	1	8	203,834	55,586	4	7
193,062	44,469	2	6	177,635	55,586	4	8
167,784	44,469	2	7	261,121	55,586	5	6
146,348	44,469	2	8	227,418	55,586	5	7
219,454	44,469	3	6	198,837	55,586	5	8
191,368	44,469	3	7	149,993	61,145	1	6
167,550	44,469	3	8	127,524	61,145	1	7
245,846	44,469	4	6	108,470	61,145	1	8
214,951	44,469	4	7	176,386	61,145	2	6
188,752	44,469	4	8	151,108	61,145	2	7
272,238	44,469	5	6	129,672	61,145	2	8
238,535	44,469	5	7	202,778	61,145	3	6
209,954	44,469	5	8	174,692	61,145	3	7
161,111	50,028	1	6	150,874	61,145	3	8
138,642	50,028	1	7	229,170	61,145	4	6
119,588	50,028	1	8	198,275	61,145	4	7
187,503	50,028	2	6	172,076	61,145	4	8
162,225	50,028	2	7	255,563	61,145	5	6
140,789	50,028	2	8	221,859	61,145	5	7
213,895	50,028	3	6	193,278	61,145	5	8
185,809	50,028	3	7	144,435	66,704	1	6
161,991	50,028	3	8	121,966	66,704	1	7
240,287	50,028	4	6	102,912	66,704	1	8
209,393	50,028	4	7	170,827	66,704	2	6
183,193	50,028	4	8	145,549	66,704	2	7
266,680	50,028	5	6	124,114	66,704	2	8
232,976	50,028	5	7	197,219	66,704	3	6
204,395	50,028	5	8	169,133	66,704	3	7
155,552	55,586	1	6	145,315	66,704	3	8
133,083	55,586	1	7	223,612	66,704	4	6
114,029	55,586	1	8	192,717	66,704	4	7
181,944	55,586	2	6	166,517	66,704	4	8
156,667	55,586	2	7	250,004	66,704	5	6
135,231	55,586	2	8	216,300	66,704	5	7
208,337	55,586	3	6	187,719	66,704	5	8
180,250	55,586	3	7				

Tabla VIII. Datos para la función del TIR.
(Facts for TIR function).

TIR	K (000 pta)	ΔR
0,2325	44,469	1
0,2516	44,469	2
0,2695	44,469	3
0,2863	44,469	4
0,3021	44,469	5
0,2142	50,028	1
0,2325	50,028	2
0,2496	50,028	3
0,2657	50,028	4
0,2808	50,028	5
0,1987	55,586	1
0,2161	55,586	2
0,2325	55,586	3
0,2479	55,586	4
0,2625	55,586	5
0,1852	61,145	1
0,2019	61,145	2
0,2177	61,145	3
0,2325	61,145	4
0,2466	61,145	5
0,1734	66,704	1
0,1895	66,704	2
0,2046	66,704	3
0,2189	66,704	4
0,2325	66,704	5

entendiendo este valor como una media de las elasticidades obtenidas en cada una de las diferentes alternativas, de igual modo se procede con el resto de las elasticidades.

2.- La elasticidad del flujo de caja con respecto al VAN es:

$$\epsilon_{\text{JH}} = 23,75 (\Delta R / \text{VAN})$$

Con lo que un aumento de un 1 p.100 en el valor del flujo de caja, *ceteris paribus*, origina un aumento medio de un

0,38±0,13 p.100 en el valor del VAN.

3.- La elasticidad del tipo de capitalización con respecto al VAN es:

$$\epsilon_{\mu} = -25,95 (\mu / \text{VAN})$$

Con lo que un aumento de un 1 p.100 en el valor del tipo de capitalización, *ceteris paribus*, origina una disminución media de un 1,07±0,34 p.100 en el valor del VAN.

1.- La elasticidad del pago de inversión con respecto al TIR es:

$$\epsilon_{\text{K}} = -0,0029 \cdot (K / \text{TIR})$$

Con lo que un aumento de un 1 p.100 en el valor del pago de inversión, *ceteris paribus*, origina una disminución media del 0,71±0,19 p.100 en el valor del TIR.

2.- La elasticidad del flujo de caja con respecto al TIR es:

$$\epsilon_{\text{JH}} = 0,016 \cdot (\Delta R / \text{TIR})$$

Con lo que un aumento de un 1 p.100 en el valor del flujo de caja, *ceteris paribus*, origina un aumento medio de un 0,20±0,08 p.100 en el valor del TIR.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas con el análisis de rentabilidad financiera efectuado tomando como cierto el supuesto de certidumbre absoluta, es decir, antes de realizarse ningún tipo de análisis de sensibilidad, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

A.- Para el tipo de interés elegido, el VAN es positivo, o lo que es lo mismo, se cumple la condición necesaria para acep-

ANÁLISIS DE INVERSIONES EN PRODUCCIÓN VACUNA DE LECHE

tar el proyecto como rentable.

B.- La ganancia neta de la inversión referida al momento presente es de 180.250.446 pesetas, para un tipo de capitalización del 7 p.100.

C.- La relación Beneficio/Inversión es de 3,24. Es decir, a cada peseta invertida en el proyecto se le obtiene una rentabilidad relativa 3,24 pesetas.

D.- El plazo de recuperación o *Payback* de la inversión es de 5 años.

E.- Al inversor le resulta indiferente, desde un punto de vista estrictamente financiero, realizar el proyecto o prestar en el mercado de capitales unas cantidades de dinero equivalentes a los pagos de inversión en los momentos de tiempo previstos, a un tipo de interés del 23,25 p.100 a devolver en 30 años. Por otro lado, si la inversión se financia con dinero prestado al 7 p.100 de interés, el proyecto será viable, pues le quedará al inversor una rentabilidad adicional del 16,25 p.100 ($0,2325 - 0,07 = 0,1625$). Además, conviene saber que para un $i = 7$ p.100, el proyecto será viable siempre que la tasa de incidencia de la inflación no produzca descensos en el valor monetario de los flujos de caja previamente calculados a razón de más de un 16,25 p.100.

Una vez realizado el análisis de sensibilidad para deshacer el supuesto de certidumbre absoluta, y a la vista de la **figura 1** y de los datos de la **tabla VI**, el informe no puede ser más favorable, ya que no existe ningún caso en el que los índices marquen que la inversión no es viable y rentable, sin embargo, la última palabra no le corresponde al analista de inversiones, sino al empresario. En su decisión, influirán también las posibles inversiones alternativas, así, por ejemplo, si su sociedad, tiene a su alcance otro tipo de inversiones (en otro negocio) con una tasa interna de rendimiento del 50 p.100, es posible que se incline por estas últimas.

Tras realizar el análisis de regresión múltiple, para la función VAN y a la vista de los resultados del cálculo de las elasticidades, se puede deducir que, en nuestro caso, dicho índice es muy sensible a variaciones en el nivel del tipo de capitalización y medianamente sensible tanto a variaciones en el nivel del flujo de caja como del pago de inversión. Para la función TIR de la inversión y según nuestros resultados, este índice es mucho más sensible a variaciones en el nivel del pago de inversión que a variaciones en el nivel de los flujos de caja.

BIBLIOGRAFÍA

Gollnick, H. 1973. Introducción a la econometría. Ed. Academia. León.

Romero, C. 1992. Normas prácticas para la evaluación financiera de inversiones agrarias. Ed. Banco de Crédito Agrícola. Madrid.

Rouco Yáñez, A. 1995. Análisis económico-financiero de las explotaciones porcinas en la Región de Murcia. Ponencia Sepor'95. Jornadas Técnicas de análisis económico del subsector porcino.

Recibido: 14-4-97. Aceptado: 18-9-97.