

## DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN DE BENEFICIO EN EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE DE EXTREMADURA MEDIANTE REGRESIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS PARCIALES (PLSR)

Gaspar<sup>1</sup>, P., Pulido, A.F., Rodríguez-Ledesma, A., Mesías, F.J. Escribano, M.

<sup>1</sup> Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n. Badajoz. [pgaspar@unex.es](mailto:pgaspar@unex.es)

### INTRODUCCIÓN

Una de las grandes áreas que han experimentado una creciente importancia en los últimos años en la investigación de sistemas de producción ganadera en Europa es la modelización. Los modelos derivados han llegado a ser una herramienta indispensable en los sistemas de apoyo a la decisión para políticos e investigadores, al proveer formas de expresar el conocimiento científico (Tedeschi, 2006). Concretamente, los modelos matemáticos han sido una herramienta popular en la investigación de sistemas ganaderos, generalmente mediante la construcción de modelos de simulación. Entre las distintas opciones metodológicas de modelización econométrica, se han empleado técnicas de regresión lineal múltiple aplicadas a sistemas de producción ovina. En España, Pardos (2007) y Toro (2011) empleando estas técnicas de simulación obtuvieron modelos validados de sistemas ganaderos de ovino tanto de carne como de leche.

El uso posterior de un modelo de estas características es principalmente como ayuda en la toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es la determinación de una función de beneficio de explotación a partir de un modelo de simulación que permita conocer el comportamiento de las explotaciones ovinas de carne en el entorno cooperativo el suroeste español. El modelo generado debe servir de apoyo a los procesos de toma de decisiones, contribuyendo a la generación de herramientas que puedan ser utilizadas por parte de gestores y ganaderos integrados en el sistema cooperativo.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que se analizan se corresponden con la información técnico-económica de 2012 de 115 explotaciones ovinas ubicadas en Extremadura y ha sido suministrada por técnicos de tres cooperativas, todas ellas integradas a su vez en una cooperativa de segundo grado. En algunos casos, sin embargo, fue necesario contactar directamente con los titulares de la explotación para completar la información.

Para la calibración del modelo, se ha empleado la metodología de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR), técnica basada en la reducción de variables. PLSR aprovecha las propiedades de la descomposición en componentes principales (PCs) de una serie de variables, realizando una regresión múltiple inversa de la propiedad a determinar sobre las puntuaciones obtenidas en el PCA, en lugar de realizarla sobre los datos originales.

Las principales ventajas de PLSR con respecto a los métodos de regresión lineal múltiple son, por un lado, que se comporta especialmente bien cuando varias variables Y tienen alta colinealidad y la información de numerosas variables X queda reducida en un menor número de variables latentes denominadas componentes, que son las que concentran la información más relevante para la predicción de las variables Y. Por otro lado, esa reducción facilita la interpretación de las relaciones entre las variables X e Y.

Para dos conjuntos de datos, X (variables técnico-económicas de las explotaciones) e Y (variable de beneficio) se establece una relación cuyo propósito es establecer un modelo lineal, que permite la predicción de Y del X medido, usando una ecuación de la fórmula:

$$t_i = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_{ij} \quad (1)$$

donde  $t_i$  en nuestro caso es el valor de la variable de beneficio para las  $i$  explotaciones,  $b_0$  en el y-intercepta, y el  $b_j$  es el coeficiente de la regresión para los parámetros de la predicción del  $j$ -ésimo ( $X_j$ ) en el modelo.

Todos los modelos fueron realizados con el software de la versión 9.2 de The Unscrambler (Camo, Oslo, Noruega).

PLSR han sido previamente aplicada en la investigación agroalimentaria como una alternativa a la regresión lineal múltiple (Poveda et al., 2004; Ruiz et al., 2002; Downey et al., 2005; Thybo et al., 2003). En la investigación de sistemas ganaderos, donde las relaciones entre las variables son complejas y el número de observaciones es generalmente pequeño, el uso de PLSR muestra numerosas ventajas, como la posibilidad de modelar varias variables al mismo tiempo, la no necesidad de que las variables que sigan una distribución normal y que permite buenos ajustes cuando el número de casos es limitado (Rougoor et al., 2000).

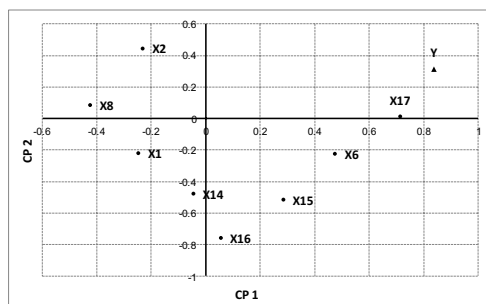
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de variables predictoras (x) a incluir en el modelo inicial se ha optado por variables estructurales, técnicas, de mano de obra y variables económicas y aparecen de forma detallada en la tabla 1. La variable dependiente (y) que representa el beneficio está expresada como "margen bruto por oveja".

**Tabla 1.** Variables incluidas en la construcción la función de beneficio

<b>Variabes estructurales</b>	<b>Mano de obra</b>
x1: Superficie de la explotación (has)	x11: Mano obra familiar (UTAs)
x2: Superficie de la explotación cultivada (has)	x12: Mano de obra externa (UTAs)
x3: Numero de ovejas reproductoras	<b>Variabes económicas</b>
x4: Carga ganadera (UGM/ha)	x13: Precio medio corderos vendidos (€/animal)
<b>Variabes técnicas</b>	x14: Coste alimentación suplementaria (€/oveja)
x5: Tasa de reposición (%)	x15: Coste mano de obra (€/oveja)
x6: Corderos vendidos por oveja	x16: Coste arrendamientos (€/oveja)
x7: Kg concentrado reproductores (kg/animal)	x17: Ingresos por subvenciones (€/oveja)
x8: Kg concentrado cebo (kg/animal)	
X9: Hembras reproductoras por semental	<b>Variable de beneficio</b>
X10: Peso medio corderos vendidos (kg)	Y1: Margen bruto total por oveja (€/oveja)

En sucesivos pasos, se fue ajustando la ecuación eliminando variables no significativas hasta conseguir un coeficiente de determinación adecuado. El método de validación que se empleó fue la validación cruzada mediante el procedimiento "leave one out". Finalmente y tras la eliminación de casos espurios, se seleccionó el modelo que empleaba 5 componentes principales. Las cargas de las variables X e Y para los dos primeros componentes (los que mayor porcentaje de varianza explican) aparecen representadas en la figura 1.



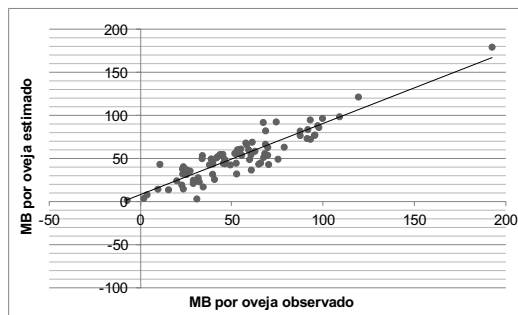
**Figura 1.** Cargas factoriales de las variables X e Y en el plano de intersección de los CP1 y CP2.

De las 17 variables inicialmente incluidas en el modelo han resultado significativas 8 variables, que se deducen de la observación de los coeficientes normalizados. Coeficientes

normalizados inferiores a 0,01 se consideran no significativos en la respuesta de la variable modelizada. El coeficiente de correlación en la validación del modelo ha sido de 0,91 y la varianza explicada del 83%. La función obtenida queda como sigue (coeficientes no normalizados).

$$\text{Margen bruto total/oveja} = -2.9985 - 0.01x_1 - 0.04x_2 + 63.67x_6 - 0.23x_8 - 0.67x_{14} + 0.01x_{15} - 0.67x_{16} + 0.91x_{17}$$

En la figura 2 aparece la recta de regresión obtenida y su ajuste a la nube de explotaciones estudiada.



**Figura 2.** Valores reales observados frente a valores estimados a partir de la función de beneficio (MB por oveja)

Al analizar los coeficiente normalizados de la función se observa que las variables que explican el margen bruto por oveja (ordenadas de mayor a menor en función de la varianza que explican) son los ingresos por subvenciones, corderos vendidos por oveja, coste arrendamientos, coste alimentación suplementaria, Kg concentrado cebo y superficie de la explotación cultivada (variables con coeficientes >0.1) y superficie de la explotación y coste mano de obra (variables con coeficientes comprendidos entre 0.05-0.01).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Downey, G., et al. 2005. *Int. Dairy J.* 15: 701-709. • Pardos et al. 2007. XXXIII Jornadas SEOC, 141-144 • Poveda, J.M. et al. 2004. *Food Chem.* 84: 29-33. • Rougoor, C.W. et al. 2000. *Livest. Prod. Sci.* 66: 71-83. • Ruiz, J., et al. 2002 *Meat Sci.* 61: 347-354. • Tedeschi, L.O. 2006. *Agric. Syst.* 89:225-247 • Thybo, A.K., et al. 2003. *Food Qual. Prefer.* 15: 53-63. • Toro P. et al. 2001. 62nd Annual Meeting EAAP.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno de Extremadura a través del proyecto titulado: “Desarrollo de un sistema de apoyo a la decisión para la gestión cooperativa de explotaciones ganaderas de ovino en régimen extensivo” (PCJ1009). Los autores expresan su agradecimiento al personal de OVISO.

#### PARTIAL LEAST SQUARES REGRESSION (PLSR) AS A METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE PROFIT FUNCTION IN SHEEP-FOR-MEAT FARMS IN EXTREMADURA

**ABSTRACT:** This paper presents a profit function developed for sheep-for-meat farms in the cooperative environment of Extremadura region (Spain). For that purpose, data from 115 farms belonging to three sheep cooperatives have been analyzed. The method used to determine the profit function (expressed in Gross margin per ewe) was the partial least squares regression (PLSR). The obtained equation showed a  $R^2$  of 0.82 in the validation stage and the variables that best explained the behavior of the profit variable were: income from subsidies, lambs sold per ewe, leasing costs, cost of concentrate, Kg concentrate used for fattening and cultivated area of the holding.

**Keywords:** simulation models, PLS, sheep-for-meat systems, profit function