

Optimización de la producción caprina extensiva

M. González Gutiérrez-Barquín (*). A. Sáez (**). A. M. Berga

En estudios anteriores (González, M. 1990) observamos la irrentabilidad de las explotaciones caprinas en un sistema de producción extensivo en Extremadura, debido a la inclusión en el análisis económico, de los costes de oportunidad de los capitales y mano de obra e influyendo además, las marcadas características de este sistema productivo tales como arrendamiento de la tierra, avanzada edad del destete de las hembras para reposición y producciones bajas.

Pretendemos, por ello, maximizar el sistema de producción mediante programación lineal. Nuestro principal objetivo es la obtención de una optimización factible y conocer entre qué niveles se mantiene la maximización del valor de producción debido a la explotación del ganado caprino en extensivo.

MATERIAL Y METODOS

La programación lineal es el instrumento analítico que pretende la obtención de niveles óptimos —máximos o mínimos— de una función lineal, cuyas variables se encuentran sujetas a una serie de condiciones restrictivas, expresadas bajo la forma de desigualdades lineales (Rodríguez, J. J. 1965).

Primeramente, se tienen que considerar una serie de condiciones para el planteamiento inicial del problema. En nuestro caso, partimos del supuesto de que en la producción caprina a optimizar se consiguen los siguientes parámetros zootécnicos:

- Reposición: 15%.
- Número de machos: 1 por cada 20 hembras.
- Fertilidad: 95%.
- Prolificidad: 1,25.
- Mortalidad de crías: 5%.



En el presente artículo se pretende maximizar el sistema de producción caprina extensiva mediante programación lineal.

Incluimos la necesidad de realizar 9 tratamientos veterinarios, tanto desparasitaciones como vacunaciones, cuyo valor es de 48 ptas./animal.

La mano de obra no forma parte de la matriz como nivel de actividad ya que generalmente la producción caprina se basa en la mano de obra familiar.

Por otra parte, hemos considerado que todas y cada una de las hembras en producción se ordeñan, obteniéndose las producciones que se citan, y que las parideras se concentran a principios de noviembre.

Realizadas las observaciones anteriores, el planteamiento inicial del problema es el siguiente:

Las actividades reales elegidas que forman parte de la matriz son las siguientes:

- X₁ Número de cabras.
- X₂ Hembras de reposición.
- X₃ Número de machos.
- X₄ Superficie para la producción caprina.

Suplementación con las materias primas más utilizadas.

- X₅ Heno de alfalfa en primavera.
- X₆ Cebada en primavera.

- X₇ Avena en primavera.
- X₈ Maíz en primavera.
- X₉ Heno de alfalfa en verano.
- X₁₀ Cebada en verano.
- X₁₁ Avena en verano.
- X₁₂ Maíz en verano.
- X₁₃ Heno de alfalfa en otoño.
- X₁₄ Cebada en otoño.
- X₁₅ Avena en otoño.
- X₁₆ Maíz en otoño.
- X₁₇ Heno de alfalfa en invierno.
- X₁₉ Avena en invierno.
- X₂₀ Maíz en invierno.

Se ha considerado adecuada la subdivisión de estas variables en función de las estaciones del año para una mejor interpretación de los resultados y, por tanto, una fácil comprensión de los mismos; según el esquema 1 de la matriz, que hace que el modelo propuesto pueda ser adaptado a condiciones distintas como corresponde a los distintos ambientes en que se produce en la explotación caprina.

Las inecuaciones que las unen serán de la forma Aportes-Necesidades ≥ 0 por lo que los coeficientes correspondientes a las variables X₄ a X₂₀ (aportes de las materias primas)

* Departamento de Zootecnia. Universidad de Extremadura.

** Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.

Esquema I
Planteamiento de la matriz de programación lineal

a			
n1	b1	p1	
n2	b2		p2
n3	b3		p3
c			

Siendo:

- a: Inecuaciones que condicionan el número de machos y hembras de reposición.
- b: Producción en materia seca (M.S.) y unidades forrajeras (U.F.Z.) por Ha en primavera (b1), verano (b2), otoño (b3) e invierno (b4).
- n: Necesidades de los animales esperadas en M.S. y U.F. con valores mínimos y máximos con el fin de asegurar el coeficiente de volumen.
- p: Composición en M.S. y U.F. de los distintos productos para la suplementación en cada una de las épocas.

serán positivos, mientras que los de las variables X_1 a X_3 (necesidades de animales) serán negativos. En todos los casos los términos independientes serán ceros.

c: Límites mínimo y máximo del total de animales (cabras + hembras de reposición + machos).

Tanto las necesidades de los animales como los aportes que reciben, bien sea de vegetación herbácea o bien en forma de materias primas para la suplementación de la dieta, se expresan cuantitativamente en kg de M.S. y cualitativamente en U.F., experimentando variaciones en función de la época del año (cuadros I, II y III).

El planteamiento del problema se inicia con la determinación de los coeficientes de las variables (cj) para la función objetivo, los cuales se han determinado mediante la realización de encuestas a los ganaderos.

Los coeficientes de la función a optimizar tendrán un signo negativo cuando sean gastos (como es el caso del arrendamiento o la suplementación) o costes (animales de reposición).

1. Coeficiente para la variable X_1 (número de hembras en producción)

Identificamos este coeficiente con el beneficio que se obtiene por cada hembra en producción.

- a) Por la venta de la producción láctea (cuadro IV).
- b) Por la producción cárnica:

$$N.^{\circ} \text{ total de crías} = 1,25 \times 0,95 \times 0,95 = 1,128 \text{ crías/hembra}$$

Las crías son amamantadas hasta su venta con 8 kg de peso vivo a los 45 días. El índice de conversión (I.C.) (Martín, J. D. y Martín, L. 1989) es de 8. Si el peso al nacimiento es de 2,9 kg, las crías consumen un total de 46 l.

2. Coeficiente para los animales de reposición

Consumen iguales cantidades de

leche que los animales para venta hasta los 45 días con un índice de conversión de 8. A partir de los 45 días y hasta su destete a los 5 meses con un peso de 20 kg, se eleva este índice a 10. El total de litros consumidos es de 160,8, lo que supone un coste de 9.262 ptas./animal.

El coeficiente (cj) para la función objetivo se identifica con el beneficio obtenido: (cuadros V y VI).

La única limitación técnica que se atribuyó en la matriz es el número mínimo y máximo de animales. Siendo el mínimo 423.153 (censo de animales en 1987) y el máximo un 10% de aumento (465.468).

Cuadro I
Necesidades del rebaño (U.F./día)

M e s e s	Hembras	Reposición	Machos
Noviembre	1,75	—	1,16
Diciembre	1,75	—	1,16
Enero	1,75	—	1,16
Febrero	1,47	—	1,16
Marzo	1,47	0,69	1,16
Abril	1,29	0,69	1,16
Mayo	1,29	0,69	1,16
Junio	0,77	0,69	1,16
Julio	0,77	0,85	1,16
Agosto	0,77	0,85	1,16
Septiembre	1,16	0,85	1,16
Octubre	1,16	0,85	1,16

Cuadro II
Variaciones de la cantidad y calidad del pasto (máximos y mínimos) en zonas de dehesa según la estación del año

Estación	M e s e s	kg (M.S.)	U.F.	Total U.F./ha
Verano	Julio	1.506	0,503	757,51
	Septiembre	810	0,464	376,24
Otoño	Octubre	602	0,464	279,62
	Diciembre	307	0,705	216,68
Invierno	Enero	230	0,850	195,36
	Marzo	863	0,926	799,31
Primavera	Abril	1.432	0,849	1.216,34
	Mayo	2.068	0,634	1.311,76

Cuadro III
Materia seca y unidades forrajeras para cada materia prima utilizada en la suplementación

	Heno	Cebada	Avena	Maíz
M. S.	0,9	0,89	0,89	0,87
U. F.	0,5	1,03	0,89	1,10

RESULTADOS Y DISCUSION

Mediante la resolución de la matriz, tras el transcurso de 38 iteraciones, se obtuvo un valor para la función objetivo de 6.133.802.000 ptas., cifra muy superior al valor de la producción caprina en Extremadura en 1987 (926 millones).

Las variables que formaban parte de la solución son las siguientes:

X₁: Número de hembras reproductoras, 387.894 animales.

X₂: Animales para reposición, 58.185 animales.

X₃: Número de machos, 19.394 animales.

X₄: Superficie para la producción caprina, 250.930 ha.

X₁₈: Cantidad de cebada en invierno, 4.535 t.

En el cuadro IV se presenta los límites mínimo y máximo entre los que se mantiene la solución óptima de la explotación caprina, teniendo en cuenta que variará el valor de la producción. Es decir, la variable X₁ (número de hembras en producción) entra a formar parte de la solución siempre que el beneficio se encuentre entre un intervalo cuyo límite inferior sea de 5.116 ptas./cabra y un límite superior de 98.706 ptas./cabra.

Si el precio de las hectáreas dedicadas a la producción es superior a 10.847 ptas. se sustituiría esta variable por la cebada de otoño.

La variable cebada de invierno no formaría parte de la solución si su precio es superior a 27,11 ptas./kg, siendo sustituida por maíz en invierno (cuadro VII).

En suma, si comparamos la situación de la producción caprina en 1987 con la obtenida mediante programación lineal como producción óptima, observamos:

– El valor de la producción caprina se incrementa en un 662%, es decir, sextuplica el valor de producción en 1987, y ello se obtiene con:

- a) Un incremento del censo caprino en un 10%.
- b) Superficie adehesada estimada en un 14,17% de la existente en la actualidad.
- c) El 1,67% del total de cebada producida por la suplementación invernal del ganado.

Este gran incremento en el valor de la producción está motivado por la consideración de la producción caprina en Extremadura como una única unidad de gestión, en la que podrían obtenerse los parámetros zootécnicos que hemos propuesto para el planteamiento inicial del problema.

Cuadro IV	
Noviembre Diciembre Enero	183 l × 0,95 (*) = 173,85 l con 4,8% (**) de grasa
Febrero Marzo	91,5 l × 0,95 = 86,92 l con 4,5% de grasa
Abril Mayo	70,15 l × 0,95 = 66,64 l con 4,3% de grasa

(*) Recuérdese que el grado de fertilidad es de un 95%.

(**) Rodríguez, P. L. (1989).

Cuadro V		
Concepto	Precio unitario	
P. de leche	12 ptas./grado de grasa	15.496,46
P. carne	600 ptas./kg P.V.	5.414,4
Desvieje	3.000 ptas./cabeza	450
Total/hembra		21.360,86
Reposición		9.262
Tratamientos		432
Arrendamiento	6.000 ptas./ha	

Cuadro VI				
Materias primas (ptas./kg)				
Estación	Heno	Cebada	Avena	Maíz
Primavera	13,57	21,90	21,90	30,02
Verano	13,99	21,72	22,09	29,69
Otoño	13,91	22,32	23,07	27,00
Invierno	16,97	25,25	26,36	28,96

Cuadro VII			
Límites mínimos y máximos de las variables que forman parte de la solución			
Variable	Unidad función	Desde	Hasta
Número de cabras	21.360	5.116	98.706
Reposición	-6.262	6.262	71.514
ha	-6.000	-10.847	-4.788
Cebada invierno	-25,25	-27,11	9

Nota. Las cifras negativas implican costes.

BIBLIOGRAFIA

GONZÁLEZ, M. 1990. «Análisis socioeconómico de la explotación caprina extensiva en Extremadura». Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.

HILLIER, LIEBERMAN. 1985. *Introducción a la investigación de operaciones*. Ed. Mcgraw-Hill. México. 3.ª edición.

MAPA. *Boletín Mensual de Estadística Agraria*, n.º 1. Enero, 1990.

MARTÍN, J. D.; MARTÍN, L. 1987. «Índice de conversión de la leche de cabras serranas». XII Jornadas de la S.E.O.C. Guadalajara, 1987.

RODRÍGUEZ, J. J. 1965. *Programación lineal en industrias y empresas agropecuarias*. Ed. Aldecoa S. A. Burgos.

RODRÍGUEZ, P. L. 1989. «Contribución al estudio de la cabra Verata». Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.