Acta Veterinaria 3: 43-44, 1989

DETERMINACIÓN DE UNA RACIÓN ÓPTIMA CON FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN NO LINEAL

A, Allueva.
Departamento de Matemática Aplicada. Facultad de Veterinaria. Zaragoza

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos algunos de los resultados que se obtienen utilizando nuevas técnicas en investigación operativa aplicadas a las ciencias veterinarias, dentro de un amplio trabajo de investigación en el análisis actual de los procesos productivos ganaderos en el ámbito de la empresa agraria.

El objetivo de la investigación ha sido doble: por un lado, la formulación y resolución de problemas de aplicación práctica en economía agraria y, por otro, el estudio y desarrollo de los modelos, técnicas y metodología matemática que para ello se hacen precisos.

Concretamente, se plantea un conjunto de problemas de racionamiento para ganado vacuno de carne que precisan para su resolución de técnicas de optimización adecuadas, dada la formulación no lineal de algunas de las funciones que incluyen, entre ellas, las funciones de producción.

El problema se aborda con programación geométrica signomial, proponiendo un método original de resolución y un conjunto de algoritmos para los que se demuestra su eficacia, en la práctica, con la puesta a punto, resolución y análisis de los problemas particulares de racionamiento que se estudian.

Nos limitaremos aquí a describir el planteamiento y soluciones de uno de los problemas analizados, pudiendo consultarse el proceso completo y la técnica de resolución en (1, 2).

PLANTEAMIENTO

Los datos técnicos básicos utilizados proceden de trabajos publicados (3) sobre las experiencias realizadas con terneros para establecer relaciones cuantificadas entre ingestión de alimentos, composición de raciones y crecimiento de los animales, en función del tiempo. Aunque los experimentos con animales no fueron realizados con la finalidad que nosotros le hemos dado, presentan la ventaja de poder comparar los resultados obtenidos con técnicas de análisis matemático diferente.

En el siguiente planteamiento, correspondiente a la fase de iniciación, se han tenido en cuenta el coste de la ración, la función de producción y los niveles del componente más limitante (PB).

Los ingredientes que utilizaremos son una mezcla de maíz grano con ensilado (denotado por C) y soja (denotado por S). El precio del maíz grano con el que trabajaremos es de 27,88 ptas/kg (media anual de 1987), con un porcentaje de materia seca del 89% y el precio estimado para el maíz forraje de 5,302 ptas/kg. Puesto que éste tiene aproximadamente el 40% de materia seca, y formará parte en la ración en un 82,5%, el precio que se tiene para la mezcla es de 16,15 ptas/kg.

El precio que consideramos para la soja es de 34,67 ptas/kg ya que su precio medio en 1987 es de 29,62 ptas/kg, y haremos la siguiente consideración: la harina de soja comercial en España es del 44%, pero en los ensayos experimentales que hemos mencionado se empleó soja del 51,5%, dado además que la harina de soja se utiliza aquí exclusivamente como suplemento proteínico, no hay inconveniente en determinar el coste en función de la composición en proteína bruta, resultando así para 1987 de 34,67 ptas/kg. Por tanto, la función objetivo a minimizar será:

$$g_0\,(C,S) = 16{,}15\ C + 34{,}67\ S$$

Una de las restricciones que imponemos está determinada por una función de producción no lineal (3), y viene originada por el nivel mínimo de ganancia de peso vivo, que exigimos sea al menos de 55,74 kg. Esto es:

$$g_1\ (C,S) = \frac{5{,}3572\ C^{0{,}36315}\ S^{0{,}12994}}{55{,}74}$$

Por otro lado, se impone que el contenido de proteína en la ración sea, al menos, 26,73 kg. El porcentaje de proteína que contienen el maíz (mezcla) y la soja que consideramos es, respectivamente, del 8,43% t 51,5%. Así, la segunda restricción será:

$$g_2\,(C,S) = 8{,}43\ C + 51{,}5\ S \quad 2.673$$

De este modo, el problema en su conjunto se formula como sigue:

$$\begin{array}{ll} \text{minimizar} & 16{,}15\,C + 34{,}67\,S \\ \text{sujeto a:} & 5{,}3572\ C^{0{,}36315}\ S^{0{,}12994} \\ & \quad 55{,}74 \\ & 8{,}43\,C + 1{,}5\,S \quad 2.673 \\ & C > 0;\ S > 0 \end{array}$$

SOLUCIONES

Este problema lo hemos resuelto utilizando técnicas originales de programación geométrica signomial, cuyo desarrollo, como ya indicábamos, excede este contexto. Las soluciones obtenidas para este caso particular son las siguientes:

Maíz = 185,2600 kg (85,697%)
Soja = 30,9214 kg (14,303%)

Coste mínimo = 4,063,9929
Peso ración = 216,1814
Coste/kg pienso = 18,7990
Coste/kg peso vivo = 72,9098
CT = 3,8784 %PB = 14,590

Además, se ha obtenido la solución de las distintas formulaciones que se obtienen al variar el nivel mínimo de proteína exigido en la ración. La solución, en función de estos diferentes valores se recoge en la tabla I.

BIBLIOGRAFÍA

(1) ALLUEVA, A. (1989): Problemas notables en programación geométrica estocástica. *Aplicaciones en economía agraria.* Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

(2) DUFFIN, R. J.; PETERSON, E., y ZENER, C. (1967): *Geometric programming,* Wiley

(3) EPPLIN, F., y HEADY, E. (1984): Beef gain response to alternative protein Levels. En: *Livestock response functions,* editado por Heady, Bhide.

Tabla I.—SOLUCIONES EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA.

Proteína (kg)	Maíz (kg)	Soja (kg)	Coste
26,73	185,2601	30,92140	4.063,992
31,55	183.7041	31.65692	4.064,367
31,79	182,7304	32,10613	4.065,022
31,95	182,0425	32,47110	4.065,760
32,07	181,4547	32,76594	4.066,488
32,18	180,9050	33,04496	4.067,284
32,27	180,4494	33,27868	4.068,029
32,36	179,9939	33,51457	4.068,851
32,44	179,5894	33,72601	4.069,649
32,51	179,2358	33,91229	4.070,397
32,58	178,8848	34,09859	4.071,188
32,65	178,5338	34,28623	4.072,024
32,71	178,2354	34,44697	4.072,777
32,77	177,9381	34,60800	4.073,559
32,83	177,6436	34,76853	4.074,370
32,89	177,3500	34,92964	4.075,214
32,94	177,1082	35,06318	4.075,938
32,99	176,8650	35,19799	4.076,684
33,04	176,6253	35,33169	4.077,448
33,09	176,3869	35,46533	4.078,231
33,14	176,1490	35,59929	4.079,034