APLICACION DE TECNICAS MULTIOBJETIVO NO LINEALES EN PROBLEMAS DE RACIONAMIENTO

ALLUEVA, A.; GONZALEZ J.M.; BOAL, N.
Departamento de Matemática Aplicada Universidad de Zaragoza

Objetivos

El objeto de este trabajo es presentar el desarrollo de técnicas de optimización matemática aplicables a la resolución de problemas de racionamiento para ganado, considerando dos características fundamentales que habitualmente no se tienen en cuenta en la modelización de este tipo de problemas debido a la mayor complejidad de los planteamientos: la no linealidad de las funciones de producción que determinan el incremento de peso del animal y la formulación multiobjetivo del problema, esto es, la maximización o minimización simultánea de varias funciones económicas según el enfoque multicriterio con el que se deberían formular estos problemas dentro del contexto de la aplicación práctica real.

La justificación del interés del desarrollo e implementación práctica de esta metodología, se basa en que la utilización de las clásicas técnicas de Programación Lineal en los procesos productivos ganaderos es ya, desde hace varios años, un hecho de rutina. No obstante, coincidimos en nuestro juicio con el de gran cantidad de autores cuando observamos que el planteamiento monocriterio y lineal basado sólo en la minimización de costes adolece de graves deficiencias, ya que no modeliza el proceso de toma de decisiones real. Según C. Romero (4), "los agentes económicos no optimizan sus decisiones en base a un sólo objetivo, sino que por el contrario pretenden buscar un equilibrio o compromiso entre un conjunto de objetivos usualmente en conflicto o bien pretenden satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a dichos objetivos"

Matetrial y Métodos

Si tomamos como ejemplo el ganado vacuno de carne, la alimentación debe utilizarse en sentido práctico. Por ello, como ya hemos indicado, uno de los aspectos más importantes es la determinación de raciones eficientes, que utilicen la mínima cantidad de alimentos (con ciertos limites) para obtener un kilogramo de peso vivo. En cierto sentido, simplificando, la política de alimentación debe planificarse de forma que se obtenga el máximo

rendimiento a mínimo costo. Uno de los problemas a plantear incluiría dos funciones objetivo: la minimización clásica del coste de la alimentación por un lado, y la minimización de la cantidad de sustancia seca en la composición de la ración óptima resultante por otro.

Desde el punto de vista económico, los gastos de alimentación pueden llegar a representar hasta, aproximadamente, el 70 % de los costes de producción. Por ello, siguiendo otro planteamiento minimizaremos también el coste asociado a la alimentación, al cual se podría añadir, una vez determinado el óptimo, la cantidad correspondiente a gastos fijos. Aquí desearemos un modelo más completo y, por tanto, más complejo, en el que además de considerar el coste de la alimentación, también se optimice el nivel de proteína bruta en estrecha relación con la tasa de ganancia de peso. Además está probado que niveles bajos en proteínas pueden ser más costosos que niveles más altos (véase 1)

Resultados

Las consideraciones anteriores nos han llevado al planteamiento de dos problemas-ejemplo que sirven para ilustrar numéricamente los algoritmos de resolución que hemos desarrollado (véase 3)

Modelo 1

$$\begin{aligned} \min \quad & 9.26\, t_1 + 34.67\, t_2 \\ \max \quad & 0.08\, t_1 + 0.51\, t_2 \\ \text{suj. a:} \quad & 5.3572\, t_1^{0.36}\, t_2^{0.13} \geq 55.74 \\ & 0.49\, t_1 + 0.92\, t_2 \leq 124 \\ & t_i > 0\,, \quad i = 1, 2 \end{aligned}$$

Modelo 2

$$\begin{aligned} \min \quad & 9.26\, t_1 + 34.67\, t_2 \\ \min \quad & 0.49\, t_1 + 0.92\, t_2 \\ \text{suj. a:} \quad & 5.3572\, t_1^{0.36} t_2^{0.13} \geq 55.74 \\ & 8.43\, t_1 + 51.5\, t_2 \geq 3000 \\ & t_i > 0\,, \quad i = 1, 2 \end{aligned}$$

Estos planteamientos son ejemplos simplificados de raciones para terneros en una primera fase de engorde. Donde: t_1 es el número de kg de maíz (mezcla de grano y ensilado) que constituye el primer ingrediente de la ración, t_2 es el número de kg de suplemento (en este caso soja), que constituye el segundo de los ingredientes

La primera función objetivo en ambos casos representa el coste total de la alimentación (9.26 y 34.67 son precios de maíz y soja respectivamente). La segunda función objetivo en el Modelo 1 indica los kg de proteína bruta que incluirá la ración, y que se espera que sea máximo. La mezcla de maíz

aporta, aproximadamente un, 8% de la proteína bruta y la soja un 51%. La segunda función objetivo en el Modelo 2 representa la cantidad en kg de sustancia seca que ingiere con la ración resultante el animal, y que se desea sea mínima. Se ha calculado que la materia seca de la mezcla de maíz es aproximadamente el 49% y la sustancia seca de la soja el 92%.

La primera restricción, igual para ambos modelos 1 y 2, constituye una función de producción o de ganancia de peso para terneros en fase de iniciación (hasta los 300 kg). La ecuación se obtiene ajustando datos experimentales (véase 2). Con esta restricción se exige que el nivel mínimo de ganancia de peso vivo en este período sea 55.74 kg. Si el objetivo, como en el Modelo 1, es maximizar la cantidad de proteína bruta que se suministra con la ración, será preciso limitar la cantidad de sustancia seca que puede ingerir un animal. Esta imposición se establece con la segunda restricción, siendo en este caso el límite, para todo el período, de 124 kg. Cuando optimizamos según el Modelo 2 la cantidad de sustancia seca a ingerir con la ración (mínima), será preciso asegurar en una restricción (la segunda) el contenido mínimo de proteína bruta que debe incluir la ración; en este caso debe de ser, al menos, 30 kg durante la fase de iniciación. Por último, es obvio que las variables t_1 y t_2 deben de cumplir siempre la condición estricta de no negatividad: $t_1 > 0$ y $t_2 > 0$.

Las siguientes son soluciones eficientes que hemos obtenido para cada modelo:

	t_1	t_2	1ª función objetivo	2ª función objetivo
Modelo 1	163.3352	49.5227	3229.4372	38.3234
Modelo 2	298.9401	9.3191	3091.27	155.0542

Bibliografía

(1) ALLUEVA , A. (1989) *Problemas Notables en Programación Geométrica Estocástica.* Tesis Doctoral. Univ. Zaragoza

(2) HEADY, E., BHIDE, S. (1984) *Livestock Response Functions*, Heady, Bhide Eds.

(3) GONZALEZ, J.M.; ALLUEVA , A.; BOAL, N. (1994) *Application of Complementary Geometric Programming to the Biobjective Geometric Problem.* Publicaciones del Seminario Matemático García de Galdeano. Serie II. Sección 1, nº 5. Universidad de Zaragoza

(4) ROMERO, C. (1993) *Teoría de la Decisión Multicriterio: Conceptos, Técnicas y Aplicaciones.* Alianza Universidad