

Modelos de optimización para la mejora de la eficiencia en la alimentación de cerdos en la empresa "El Cerrillo"

Optimization models to improve efficiency in feeding pigs within the company "El Cerrillo"

Elmer Bagner Salazar Salazar¹
*Universidad César Vallejo
Chiclayo-Perú*

Recibido: 17 de marzo de 2015

Aceptado: 27 de abril de 2015

Resumen

El objetivo principal de la investigación es desarrollar modelos lineales de optimización para la mejora de la eficiencia en la alimentación de cerdos en la Empresa "El Cerrillo" SR. Ltda. Reque – Chiclayo - Perú, Marzo – Agosto del 2009, para lo cual se formuló y probó la verdad de la hipótesis científica: "La aplicación de modelos lineales de optimización mejora la eficiencia en la alimentación de cerdos teniendo en cuenta: la maximización de la ganancia de peso de los cerdos, maximización del porcentaje de magro, minimización del pienso, minimización del costo de alimentación y maximización de la ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo". Mediante la realización de un trabajo de investigación tecnológico no experimental, descriptiva de tipo correlacional y transversal, donde se utilizó como población y muestra la Empresa "El Cerrillo" SR. Ltda. Se utilizó la entrevista y la encuesta, registros de la Empresa "El Cerrillo" SR. Ltda., como instrumentos de recolección de datos. Para lograr el objetivo general y demostrar la verdad de la hipótesis. Se formularon y desarrollaron modelos matemáticos determinísticos

multiobjetivo de tipo lineal, con los cuales se probó la eficiencia de los modelos matemáticos de optimización por etapa (Inicio de 10 a 20 Kg, crecimiento de 21 a 60 Kg, finalización de 61 a 90 Kg, madres gestantes y madres lactantes), mediante pruebas de hipótesis de diferencia de medias con un nivel de confianza del 95% aplicada a dos grupos (testigo y muestra) de 20 de cerdos respectivamente. Se demostró que los modelos lineales de optimización mejoran de manera muy significativa la eficiencia de la alimentación (maximizando la ganancia de peso de los cerdos, maximizando el porcentaje de magro, minimizando el costo del pienso, minimizando el costo de alimentación, maximizando la ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo) en la Empresa "El Cerrillo" SR. Ltda.

Palabras claves: Modelos de Optimización, Eficiencia, Mejora, Alimentación

Abstract

The main object of the research is to develop linear optimization models to improve the feeding of pigs in the "El Cerrillo" SR. Ltda Company. Reque – Chiclayo - Peru, from March to August 2009. For this, it was made and proved the truth of scientific hypothesis: "The application of linear optimization models

¹ Mg. en Administración, Director Académico de la Universidad César Vallejo filial Chiclayo, esalazars@ucv.edu.pe

to improve the feeding of pigs considering: the weight maximization of pigs, lean meat percentage and the weight maximization formulated with feeds at minimum cost. The feeds minimization and the feed cost". By performing a Non experimental Technological Research, descriptive correlational and transversal type, where the company was used as the population and the sample "El Cerrillo" SR. Ltda. The interview, the survey, and the company record were used as data collection instruments. To reach the general object and demonstrate the truth of hypothesis, deterministic mathematics multi object models linear type were determined, with this instruments the efficiency of mathematical optimization models was tested by stage (Starting from 10 to 20Kg, growth of 21 to 60 Kg, ending of 61 to 90 Kg, pregnant women and nursing mothers), by hypothesis testing of mean difference at the 95 % confidence level applied in to two groups (reference and sample) of 20 pigs. It was demonstrated the linear optimization models improve significantly to improve the feeding of pigs (weight maximizing of pigs, lean meat percentage and the weight maximization formulated with feeds at minimum cost. The feeds minimizing and the feed cost) in the company "El Cerrillo" SR. Ltda.

Key words: Optimization models, efficiency, improve, feeding.

Introducción

El desarrollo agropecuario en el Perú debe basarse en tecnologías. Este tipo de tecnologías debe utilizar como base en la alimentación animal el uso de alimentos que se adecuen con la realidad de los lugares donde se crían los animales. El cerdo desempeña un papel fundamental como productor de carne para satisfacer las demandas de proteína, por ser un animal de rápida producción de carne y grasa, capaz de ajustarse a diferentes grados de crianza sin altos costos de inversión y sistemas de alimentación no convencionales.

La producción porcina es una industria altamente competitiva caracterizada por unos márgenes entre costos y beneficios muy pequeños. En este contexto de producción, la eficacia económica es el elemento más importante para asegurar una rentabilidad a largo plazo. En los sistemas de producción

porcina, cerca del 75% de los alimentos son consumidos durante la fase de engorde. Por otro lado, la alimentación representa la mayor parte del costo total de la producción y pequeñas disminuciones de los costes asociados a la fase de engorde tienen repercusiones importantes sobre la rentabilidad de la producción. Por este motivo, es importante precisar las necesidades nutritivas de los animales. Una alimentación deficiente implicará una disminución del crecimiento de los cerdos mientras que un exceso de nutrientes representa un despilfarro que generalmente cuesta caro.

Por tanto se hace necesaria la creación de una herramienta que permita describir acertadamente las relaciones entre los componentes de un sistema y los procesos en los cuales se involucran para sacar de ellas el máximo beneficio.

Es por ello que en esta investigación se elaboró y desarrolló modelos matemáticos de optimización lineal, que se utilizará en el sistema de producción de cerdos de engorde, mejorando la eficiencia en la alimentación.

Método

En la presente investigación se han planteado metodológicamente, lo siguiente:

Objetivo general:

Desarrollar modelos de optimización para la mejora de la eficiencia en la alimentación de cerdos en la Empresa "El Cerrillo" SR. Ltda. Reque - Chiclayo - Perú, Marzo - Agosto del 2009.

Objetivos específicos:

- a. Maximizar la ganancia de peso de los cerdos.
- b. Maximizar el porcentaje de magro.
- c. Minimizar el costo del pienso.
- d. Minimizar el costo de alimentación.
- e. Maximizar la ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo.

Hipótesis:

"Con la aplicación de modelos lineales multiobjetivo de optimización, mejora de manera muy significativa la eficiencia en la alimentación de cerdos teniendo en cuenta: la maximización de la ganancia de peso de los cerdos, maximización del porcentaje de

magro, minimización del pienso, minimización del costo de alimentación y maximización de la ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo”.

VARIABLES:

Modelos de optimización lineal como variable independiente y eficiencia en la alimentación como variable dependiente.

El diseño de la contrastación de hipótesis corresponde a un estudio descriptivo de tipo correlacional y transversal.

En la presente investigación se tiene en cuenta a una muestra que es equivalente a la población, que consiste de 2000 cerdos [200 madres, 39 futuras madres, 1 macho, 350 lechones, 650 recría, 760 crecimiento y acabado].

Para la obtención de los datos se utilizó la entrevista y como instrumento de recolección de datos, se utilizó registros de la Empresa “El Cerrillo” SR. Ltda.

Para el procesamiento de datos se utilizó el software WinQSB. Los datos se presentaron en tablas estadísticas, se aplicó la programación lineal multiobjetivo para la optimización de la ganancia de peso, máximo porcentaje de magro y minimizar el costo del pienso y se probó la eficiencia del modelo mediante prueba de hipótesis para diferencias de medias mediante el estadístico t con un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

Al evaluar los modelos propuestos para cada etapa de desarrollo de los cerdos, para cada etapa se obtuvo resultados de una dieta óptima que cumple con los requerimientos nutricionales de los cerdos. Para encontrar la solución óptima nos apoyamos en el software WinQSB. En cada una de las etapas se expone la cantidad de alimento en términos de porcentaje que se requiere para obtener la máxima ganancia de peso, el mínimo costo del pienso y el máximo porcentaje de magro.

Validez y confiabilidad de los modelos utilizados

Para probar la validez y confiabilidad de los modelos utilizados. Se utilizó dos grupos de 20 cerdos respectivamente (Grupo testigo al cuál se alimentó con ración que se usa en la granja y el grupo muestra al cuál se alimentó con la ración propuesta por el autor de la tesis) para cada una de las etapas (cerdos de 10-20 Kg., cerdos de 21-60 Kg., cerdos de 61-90 Kg., madres gestantes y madres lactantes) seleccionados aleatoriamente, mediante muestreo aleatoria simple. Luego se alimentó a los cerdos teniendo en consideración las etapas: (Cuadro N° 01)

Cuadro N° 01. Resultados de los modelos utilizados.

| Grupo | Cantidad promedio de Alimento consumido en Kg/Cerdo/Etapa | | | Ganancia promedio de peso en Kg/Cerdo/Etapa | | | % promedio de Magro/cerdo/Etapa | | |
|----------------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|
| | (22 días) | (58 días) | (35 días) | (22 días) | (58 días) | (35 días) | (22 días) | (58 días) | (35 días) |
| | 10-20 Kg. | 21-60 Kg. | 61-90 Kg. | 10-20 Kg. | 21-60 Kg. | 61-90 Kg. | 10-20 Kg. | 21-60 Kg. | 61-90 Kg. |
| Testigo | 16 | 98.6 | 100 | 11.3 | 39.47 | 22.00 | 24 | 45 | 47 |
| Muestra | 14.9 | 97.15 | 99.01 | 12.07 | 45.66 | 26.73 | 30 | 50 | 54 |

Fuente. Tratamiento estadístico de los resultados.

Cuadro N° 02. Varianzas promedio peso – magro.

| Grupo | Ganancia promedio de peso en Kg/Cerdo/Etapa | | | % promedio de Magro/cerdo/Etapa | | |
|----------------|---|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|
| | (22 días) | (58 días) | (35 días) | (22 días) | (58 días) | (35 días) |
| | 10-20 Kg. | 21-60 Kg. | 61-90 Kg. | 10-20 Kg. | 21-60 Kg. | 61-90 Kg. |
| Testigo | 0.18 | 0.23 | 0.10 | 0.17 | 0.21 | 0.13 |
| Muestra | 0.13 | 0.22 | 0.09 | 0.15 | 0.20 | 0.12 |

Fuente. Tratamiento estadístico de los resultados.

Cuadro N° 03. Resultados obtenidos para Madres gestantes y Madres lactantes.

| Grupo | Cantidad promedio de Alimento consumido en Kg/Cerdo/Etapa | | Ganancia promedio de peso en Kg/Cerdo/Etapa | | % promedio de Magro/cerdo/Etapa | |
|----------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) |
| | Testigo | 387.6 | 50 | 44.02 | 1.6 | 0.20 |
| Muestra | 385.0 | 46 | 50.05 | 1.84 | 0.4 | 0.6 |

Fuente. Tratamiento estadístico de los resultados.

Tabla N° 04. Varianzas en relación a los resultados obtenidos para Madres gestantes y Madres lactantes.

| Grupo | Cantidad promedio de Alimento consumido en Kg/Cerdo/Etapa | | Ganancia promedio de peso en Kg/Cerdo/Etapa | | % promedio de Magro/cerdo/Etapa | |
|---------|---|--------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) | Madre gestante (114 días) | Madre lactante (20 días) |
| Testigo | 0.06 | 0.11 | 0.16 | 0.14 | 0.0045 | 0.003 |
| Muestra | 0.09 | 0.15 | 0.16 | 0.13 | 0.0093 | 0.008 |

Fuente. Resultados del análisis del tratamiento estadístico.

Basados en la información contenida en los cuadros 1, 2, 3 y 4, se contrastaron con un nivel de confianza del 0.95 las siguientes hipótesis estadísticas planteadas para cada una de las etapas.

Conclusiones

El desarrollo y aplicación de modelos lineales, permite optimizar los procesos productivos para el mejor aprovechamiento de los recursos, y permitir que los productos sean de un relativo bajo costo de adquisición. En ese sentido, la aplicación de herramientas matemáticas y utilización de software especializado permite obtener fácilmente soluciones óptimas para la toma de decisiones en la formulación y manufactura de alimentos nutricionalmente fortalecidos.

Se logró obtener:

Una máxima ganancia de peso del 81%, 47%, 27%, 13% y 4%; para cerdo de Inicio, Crecimiento, Finalización, Madres gestantes (verraco), y Madres lactantes.

Un Mínimo costo por kilogramo del pienso de S/.1.08, S/. 1.13, S/.1.14, 1.16, 1.09; para cerdo de Inicio, Crecimiento, Finalización, Madres gestantes (verraco), y Madres lactantes.

Un máximo porcentaje de magro del 30%,50%, 14%, 40% 60%; para cerdo de Inicio,

Crecimiento, Finalización, Madres gestantes (verraco), y Madres lactantes.

La máxima ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo.

Se logró formular raciones, que permiten que el cerdo consuma solamente la cantidad necesaria de alimento, reduciendo de manera significativa la cantidad de alimento que anteriormente consumía; por ejemplo un cerdo en la etapa de crecimiento consumía 98.6 kg. de alimento y generaba un costo de S/.165.648; en tanto que con la nueva propuesta el cerdo consume 97.10 kg. de alimento, reduciendo el costo de alimentación por cerdo en la etapa de crecimiento a S/. 109.780.

Se logró una mejora muy significativa en la eficiencia de la alimentación de los cerdos de la Empresa "EL CERRILLO", permitiendo obtener: una máxima ganancia de peso en Kg. Por cerdo, un mínimo costo del pienso y un máximo porcentaje de magro, en los cerdos de Inicio, Crecimiento, Finalización, Madre gestante (verraco), y Madre lactante.

Se logró contrastar la Hipótesis de la Investigación: Con La aplicación de modelos lineales multiobjetivo de optimización mejora de manera muy significativa la eficiencia en la alimentación de cerdos teniendo en cuenta: la maximización de la ganancia de peso de los cerdos, maximización del porcentaje de magro, minimización del pienso, Minimización del costo de alimentación y maximización de la ganancia de peso con piensos formulados al mínimo costo.

Referencias bibliográficas

Alagón, H; Barriga, G. y Salgado, M. (1996). "Formulación computarizada de raciones para aves y cerdos". Editorial CIP-CIZ. Cusco - Perú.

Alagón, H; Moscoso, M. y Quispe, Q. (2001). "Formulación computarizada de raciones para aves, cerdos y truchas". Editorial FAZ-UNSAAC. Cusco, Perú.

Bronson R. (2000). "Investigación de operaciones". Colección Schaum-Editorial Mc Graw Hill.

Campabadal, C. y Navarro, G. (1995). "El papel de los ingredientes en la formulación de alimentos balanceados por

- computadora". Editorial C.I.N.A. - UCR - A.A.S.
- Cañas, C. (1995). "Alimentación y nutrición animal". Santiago - Chile.
- Carrero, H. (2005). "Manual de producción porcícola". Tuluá,
- Charaja, M. (2000). "Métodos de optimización I". Editorial EPG-MGE-UNA. Puno - Perú.
- Church, D. y Pond, W. (1992). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa. México.
- Córdova, A. (1993). "Alimentación animal". Editec Concytec. Lima, Perú.
- Eppen, Gould y Schlmtdt "Investigación de Operaciones en las Ciencias Administrativas". Editorial Prentice Hall. México.
- Fourier, R. (1999). "Linear Programming Frequently Asked Questions. Optimization Technology Center of Northwestern University and Argonne National Laboratory". <http://www-unix.mcs.anl.gov/otc/Guide/faq/linear-programming-faq.html>
- Hillier y Lieberman. (1986). "Introducción a la Investigación de Operaciones". Editorial Mc. Graw Hill. México.
- Mathur k. y Solow D. (2000). "Investigación de operaciones. El arte de la Toma de Decisiones. Editorial Prentice Hall Hisp.
- Momparler J. (2004). "Aplicación práctica de los modelos matemáticos a la gestión de las Pymes". Castellón - España.
- Moskowitz H. y Wright G. (1992). Editorial Prentice Hall. México.
- Namakforoosh. (2002). "Investigación de operaciones. Introducción a modelos y casos". Editorial Limusa.
- National Research Council (1988). Nutrient Requirements of Swine. NAP. Washington D.C.
- National Research Council (1994). "Nutrient Requirements of Poultry". NAP. Washington D.C.
- Pesti, G.; Miller, B. y And Hargrave, J. (1992). User-Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA). University of Georgia. Van Nostrand Reinhold. <http://www.uga.edu/~poultry/progs/software.htm>
- Prawda, J. (1986). "Métodos y modelos de Investigación de Operaciones: Representaciones y servicios de ingeniería". Editorial Limusa. México.
- Quispe, Q. (2001). "Zootec: Formulación de raciones balanceadas en aves y cerdos". Editorial FAZ-UNSAAC. Cusco, Perú.
- Shamblin y Stevens. (2000). "Investigación de operaciones. Un enfoque fundamental. Editorial Mac Graw Hill.
- Thierauf y Grosse. (2000). "Toma de decisiones por medio de la investigación de operaciones. Editorial Limusa.
- Trujillo, F. (1987). Métodos matemáticos en la nutrición animal. Editorial McGraw-Hill. México
- Velásquez J. (2002). "Optimización y análisis de riesgo del mercadeo de energía eléctrica a largo plazo". Editorial Ware Ltda. Bogotá - Colombia.
- Wayne W. (2002). "Investigación de operaciones. Aplicaciones y Algoritmos". Grupo Editorial Iberoamérica. USA.