

MODELO MATEMÁTICO PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL

Carina Simionato de Barros¹, Camila Raineri¹, Arlete Lourdes Azeredo Garcia de Figueiredo², Luciano Simão e Campos³, Augusto Hauber Gameiro⁴

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – USP/Pirassununga. E-mail: carinaveter@gmail.com; camilaraineri@usp.br;

²Orientadora Profissional da Escola Dr. Dante Pazzanese. E-mail: 6207.AFigueiredo@fundacaobradesco.org.br;

³Engenheiro Agrônomo da Escola Dr. Dante Pazzanese. E-mail: 6207.Lcampos@fundacaobradesco.org.br; ⁴Professor do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – USP/Pirassununga. e-mail: gameiro@usp.br

Resumo - O objetivo do trabalho foi desenvolver um modelo matemático para planejamento e otimização de uma propriedade rural com produção agrícola e animal. Na fazenda há ovinos alimentados com silagem de sorgo e concentrado, lavoura de milho e sorgo, e o esterco é utilizado como fertilizante. Elaborou-se um modelo cuja função objetivo maximiza o lucro com base em equação que subtrai da receita os custos com: as lavouras, o manejo dos animais, os alimentos comprados no mercado, a logística de distribuição dos alimentos para os animais, os fertilizantes comprados no mercado, a logística de distribuição do esterco nas lavouras e custos fixos. O conjunto de restrições foi determinado para: (1) suprir as necessidades nutricionais das categorias animais; (2) converter a produção das lavouras em ingrediente para dieta dos animais; (3) limitar a área total disponível para as lavouras e para as categorias animais; (4) converter o número de animais nas categorias em produtos para venda; (5) limitar a disponibilidade de mão-de-obra para as lavouras, o manejo dos animais e a distribuição do esterco nas lavouras; (6) suprir as necessidades nutricionais das lavouras a partir dos fertilizantes e/ou esterco. Concluiu-se que o modelo matemático desenvolvido é útil para avaliar um sistema de produção buscando otimizar a alocação dos recursos e maximizar o lucro.

Palavras-Chave: cordeiro, função objetivo, modelagem, maximização de lucro, otimização

MATHEMATICAL MODEL TO OPTIMIZE A FARM PRODUCTION

Abstract - The aim of this study was to develop a mathematical model to optimize the activities of a farm with crop and animal production. The sheep are feed with sorghum silage and concentrate, there are corn and sorghum production, and the manure is used to crop fertilization. We developed a model whose objective function maximizes the profit from the equation that subtracts the revenue costs: crops, animals, feed purchased in the market, logistic of the animal feed, commercial fertilizer purchased in the market, logistic of the manure distribution and fixed costs. The set of constraints was determined to: (1) meet the nutritional requirement of the animal categories, (2) convert the production of crop in an ingredient for animal diet, (3) limit the total area available for crops and livestock, (4) convert animals in products for sale, (5) limit the availability of labor for crop, animal production and manure distribution on crop, (6) meet the nutritional requires of crops from fertilizer and/or manure. It was concluded that the mathematical model developed is useful for evaluating a production system, optimize the allocation of resources and maximize profit.

KeyWord: lamb, maximizing the profit, modeling, objective function, optimization

INTRODUÇÃO

A Pesquisa Operacional é uma teoria útil que apresenta ferramentas para auxiliar os gestores a obterem melhor resultado econômico por realizar decisões corretas. Uma das técnicas que pode ser empregada é o uso da modelagem matemática, o que significa desenvolver um modelo, aplicável a um software, que reproduza o sistema real de produção. Assim, é possível fazer alterações nos eventos do sistema produtivo para avaliar o seu comportamento e o impacto sobre o resultado final. A técnica pode ser empregada em projetos para avaliar e validar novos sistemas antes de implantá-los na prática, e para prever efeitos de mudanças em sistemas já existentes.

O desenvolvimento de modelos de otimização de sistemas de produção agropecuários despertam interesse para pesquisa desde meados do século XX, quando a complexidade das relações técnicas de produção aumentou significativamente com o advento e utilização de insumos e tecnologias responsáveis pelo incremento da produtividade de cultivos vegetais e animais. Dessa forma, eleger as culturas mais adequadas, suas respectivas áreas cultivadas, o padrão tecnológico e o número e as categorias de animais, diante de recursos escassos (terra, equipamentos, mão de obra, insumos) caracteriza-se como o problema central desses modelos (Gameiro et al., 2010).

No Brasil, alguns modelos matemáticos foram desenvolvidos para sistemas de produção de ruminantes em pastagens (Medeiros, 2003), caprinos leiteiros (Guimarães, 2007) e bovinos leiteiros (Gameiro, 2010). Poucos trabalhos foram publicados na área de modelagem e simulação de sistemas de produção de ovinos e caprinos, sendo que a maioria foi desenvolvida fora do Brasil.

Conhecimentos de modelagem, de informática e do sistema produtivo de ovinos e caprinos permitem a construção de modelos. Se tal ferramenta é cada vez mais utilizada em diversas áreas do conhecimento tendo papel fundamental na gestão, há grande potencial de exploração de seu uso na pecuária com aplicação no dia a dia da empresa, no ensino, na pesquisa, e no planejamento de estratégias para políticas públicas.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo matemático que represente a produção de ovinos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Seguindo a classificação de método de pesquisa proposto por Bertrand e Fransoo (2002), esta é uma pesquisa quantitativa com aplicação de modelagem empírico descritiva.

Os dados foram coletados no sistema de produção de ovinos da Escola Dr. Dante Pazzanese em Formoso do Araguaia-TO. Fez-se o levantamento da área ocupada, benfeitorias, máquinas e equipamentos utilizados, mão-de-obra dedicada à produção, alimentação dos animais, índices zootécnicos e custos.

A partir dos levantamentos das informações na propriedade foram determinados os objetivos da propriedade rural, estabelecidas as restrições do sistema, definido o conjunto de dados e os parâmetros do problema. O modelo matemático foi desenvolvido a partir desses dados para maximizar o lucro da propriedade. A técnica utilizada foi a Programação Linear que está inserida na Pesquisa Operacional e pode ser processado com o uso do solver CPLEX por meio do software General Algebraic Modeling System (GAMS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de dados gerado está representado por oito categorias:

c: lavoura (sorgo, milho)

a: categorias animais (fêmeas matrizes, machos reprodutores e cordeiros(as) para abate)

p: produtos da fazenda (fêmeas matrizes, cordeiros(as) e milho)

t: período de tempo em anos (um a quatro anos)

f: fertilizantes comerciais (NPK, sulfato de amônia, uréia)

n: nutrientes em fertilizantes (N, P, K)

g: ingredientes da dieta animal (milhão grão, farelo de soja, farelo de arroz, sal comum, sal mineral para ovinos, silagem de sorgo)

r: necessidades nutricionais dos animais (consumo de matéria seca, proteína bruta, energia metabolizável, mineral).

Foram definidos 34 parâmetros para o modelo:

addcosts: custo fixo (depreciação, energia, impostos...);

act_a: custo variável anual de produção de cada categoria animal *a*;

cct_{ct}: custo variável de produção da lavoura *c* no período *t*;

al_a: demanda de mão-de-obra para cada categoria animal *a*;

cl_c: demanda de mão-de-obra para cada cultura *c*;

apyield_{ap}: produtividade de cada categoria animal *a*;

area: área total disponível na fazenda;

area_{ct}: ocupação da terra com lavoura *c* no período *t*;

areq_{ar}: necessidade da categoria nutricional *r* pela

categoria animal a ;

gct_{gt} : custo do ingrediente g comprado no mercado no período t ;

fct_{ft} : custo do fertilizante comercial f comprado no mercado no período t ;

lcm_c : custo logístico de transportar o esterco para lavoura c ;

laf_{ag} : custo logístico de transportar o ingrediente g para a categoria animal a ;

$gcont_{gr}$: composição da categoria r no ingrediente g ;

$cropcv_{cg}$: conversão da lavoura c em ingrediente g ;

$cropyld_c$: produtividade da lavoura c ;

cl_c : demanda de mão-de-obra para aplicar o esterco na lavoura c ;

fl_{ag} : demanda de mão-de-obra para alimentar cada categoria animal a com ingrediente g ;

$labor$: disponibilidade de mão-de-obra total da fazenda;

$cropnd_{cnt}$: necessidade de nutrientes n pela lavoura c no período t ;

fcn_{fn} : composição do nutrientes n no fertilizante f ;

fn_{cn} : conteúdo de nutriente n no fertilizante comercial f ;

rpr_{pt} : preço do produto p comercializado pela fazenda no período t ;

mnc_n : participação do nutriente n no esterco;

war_a : produção de esterco pela categoria animal a .

As variáveis de decisão do modelo proposto são:

Z : lucro da fazenda;

$PROD_{pt}$: quantidade do produto p vendido no período t ;

$CROP_{ct}$: área de lavoura c cultivada no período t ;

XA_{at} : número de animais na categoria a no período t ;

$FEDM_{gt}$: ingrediente alimentar g comprado no mercado no período t ;

$FEED_{agt}$: ingrediente alimentar g fornecido à categoria animal a no período t ;

$FETM_{ft}$: fertilizante comercial f comprado no mercado no período t ;

$FETU_{ct}$: esterco aplicado na lavoura c no período t .

Com base nessas variáveis tem-se a função objetivo que maximiza o lucro a partir das variáveis

de decisão.

$$\text{Maximize: } Z = \sum_{pt} rpr_{pt} PROD_{pt} - \sum_{ct} cct_{ct} CROP_{ct} - \sum_{at} act_{at} XA_{at} - \sum_{gt} gct_{gt} FEDM_{gt} - \sum_{agt} laf_{ag} FEED_{agt} - \sum_{ft} fct_{ft} FETM_{ft} - \sum_{ct} lcm_c FETU_{ct} + addcosts$$

Conjunto de restrições:

- 1) Suprir as necessidades nutricionais r das categorias animais a a partir dos ingredientes g ;
- 2) Converter a produção das lavouras c em ingrediente g ;
- 3) Limitar a área total disponível para as lavouras c e para as categorias animais a ;
- 4) Converter o número de animais nas categorias a em produtos p ;
- 5) Limitar a disponibilidade de mão-de-obra para as lavouras c , o manejo dos animais das categorias a e a distribuição do esterco nas lavouras c .
- 6) Suprir as necessidades nutricionais n das lavouras c a partir dos fertilizantes f e/ou esterco.

CONCLUSÃO

O modelo matemático é útil para avaliar um sistema de produção de ovinos, milho e sorgo buscando otimizar a alocação dos recursos e maximizar o lucro.

O desenvolvimento do modelo matemático requer informações detalhadas de todo sistema produtivo para que se tenha um entendimento sobre o problema e para fornecer as entradas necessárias para o modelo matemático.

REFERÊNCIAS

- BERTRAND, J.W.M. & FRANSOO, J.C. Modelling and simulations: operations management research methodologies using quantitative modelling. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.241-264, 2002.
- GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; BARROS, C.S. Modelagem matemática para o planejamento, otimização e avaliação da produção agropecuária. In: **Novos Desafios para a Pesquisa em Nutrição e Produção Animal**. Pirassununga: Editora 5D, 2010.
- MEDEIROS, H. R.; GUIMARÃES, V. P.; HOLANDA JÚNIOR, E. V. The use of linear programming to evaluate the impact of credit for investments in small goat farms. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.11, p.7-11, 2009.
- GUIMARÃES, V.P.; RODRIGUES, M.T.; SARMENTO, J.L.R.; ROCHA, D.T. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.35-43, 2006.