



APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO PARA OTIMIZAÇÃO DA INTEGRAÇÃO ENTRE AGRICULTURA E PECUÁRIA

APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL TO OPTIMIZE A CROP AND LIVESTOCK INTEGRATION

Castro, F. S. F.*¹; Gameiro, A. H. *²; Gomide, C. A. *¹; Formigoni, I. B.*³

*¹ Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP)

*² Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP)

*³ Agropecuária Santa Bárbara Xinguara Ltda.

INTRODUÇÃO

Técnicas de otimização e modelagem matemática podem traduzir em números, por meio de *software*, a realidade da produção de uma empresa agropecuária e, com isso, contribuir para o seu planejamento. Ela é usada como uma ferramenta por gestores de propriedades para melhorar os fatores econômicos e assim conseguir uma maior lucratividade em sua atividade. Permite principalmente que os eventos reais sejam modificados para uma análise completa sobre as hipóteses dispostas à modificação, gerando assim uma maior certeza na hora de efetivá-las, prevendo seus efeitos.

A modelagem matemática para a otimização no planejamento agropecuário permite ajudar a eleger a (s) cultura (s) ou criação (ões) mais adequadas e lucrativas diante dos fatores disponíveis para tal, como mão de obra, tecnologia, área, ferramentas, manejo e outros. E diante disso, permitir a análise da quantidade, qualidade e aplicabilidade das diferentes decisões (Dossa, 1994; Caixeta Filho, 2001; Silva Neto & Oliveira, 2009; Gameiro et al., 2010).

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um modelo matemático de otimização para auxiliar no planejamento e avaliação das estratégias de uma fazenda agropecuária com vistas à aplicação da integração entre culturas vegetais e criações animais, conhecida genericamente como “integração lavoura-pecuária” (Balbinot Júnior et al., 2009; Macedo, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

A técnica utilizada para a elaboração do modelo foi a Programação Linear, que é uma das principais ferramentas da Pesquisa Operacional (Caixeta Filho, 2001).

O modelo foi baseado naqueles propostos por Gameiro et al. (2011) e Barros (2012), sendo composto por conjuntos: Períodos (t): de 0 a 60 meses; Categorias animais (a); Categorias vegetais (c); Variáveis principais: $x(a,t)$ = Número de animais da categoria a no período t; $x(c,t)$ = Número de hectares da lavoura c cultivada no período t. O objetivo do modelo é encontrar o valor das variáveis $x(a,t)$ e $x(c,t)$ que maximizem a receita líquida (z) da fazenda.



Para elaborar o modelo, define-se a função objetivo, representada pela Função da Receita Líquida, a qual é composta pelas receitas da fazenda (venda de animais e venda de grãos); subtraindo-se as despesas (custos variáveis com animais e lavouras, custo para aquisição inicial de animais, custo fixo de máquinas e implementos, custo fixo de folha de pagamento e outros custos).

Informações exógenas precisam ser incluídas no modelo, as quais são chamadas de parâmetros. Os parâmetros fornecem informações importantes representando receitas e despesas.

A aplicação do modelo desenvolvido ocorreu em uma fazenda, localizada no Estado do Pará, contendo 3.632 hectares. Na fazenda originalmente ocorria o cultivo de milho e a criação de gado de corte da raça Nelore. A ideia da empresa era expandir a cultura de milho e iniciar a cultura de soja, sendo essa questão àquela para qual o modelo poderia ajudar na decisão.

Dentre os principais parâmetros utilizados tem-se: Taxa de prenhes (50%); Taxa de aborto (7,5%); Taxa de mortalidade dos animais (0,2%); Área total disponível (3.632 ha); horas úteis de trabalho de uma pessoa (192 horas/mês); custo total de um trabalhador (R\$ 1.500,00/mês); Taxa de rendimento de um trator (300 h/mês), de uma colheitadeira (200 h/mês); custo fixo mensal de um trator (R\$ 1.100,00), de uma colheitadeira (R\$ 5.500,00); Custo inicial para a aquisição de animais (Indicador ESALQ); Receita bruta unitária com a venda de animais (Indicador ESALQ). Outros parâmetros necessários são: área para manutenção dos animais (ha/cabeça); mão de obra para trato dos animais (homens/hora/cabeça); receita bruta com a venda de grãos (R\$/ha/ano); Custo variável da lavoura (R\$/ha); mão de obra para cultivo da lavoura (homens-hora/mês); operações mecânicas para cultivo (hora-máquina/mês).

O modelo foi processado na plataforma GAMS® (General Algebraic Modeling System) versão 22.5, utilizando como solver o CPLEX 10.1.

RESULTADOS

Dentre as principais informações que o modelo forneceu como resposta, que são as chamadas variáveis já citadas, obteve-se estimativas para: receita total da fazenda nos 60 meses de planejamento; quantidade de hectares de cada cultura em cada mês; número total de trabalhadores para a pecuária e agricultura; número total de tratores para a agricultura; número total de colhedadeiras para a agricultura; número de animais em cada categoria em cada mês; número de animais comercializados no mês t ; número de animais fêmeas inseminadas no mês t ; número de animais fêmeas prenhes em t .

A título de ilustração são apresentados alguns dos resultados agregados do modelo: receita líquida no período: R\$ 1,915 milhão; número ótimo de trabalhadores: entre 14 e 15 pessoas; número ótimo de tratores: entre 5 e 6 máquinas; número ótimo de colheitadeiras: entre 4 e 5 máquinas.



O modelo apontou, ainda, para o cultivo do milho e da soja, intercalando-os anualmente em parte significativa da área, bem como a manutenção da criação de bovinos nas suas diversas categorias. Os resultados apresentados pelo modelo permitem a maximização da receita com o uso mais racional dos fatores de produção disponíveis.

CONCLUSÕES

O modelo pode ser útil para o planejamento agropecuário, sendo que os resultados indicaram que a integração entre culturas pecuárias e vegetais tende à maximização da receita da fazenda.

A adequada aplicação e utilização do modelo dependerão da qualidade dos dados de campo que são necessários para a alimentação do modelo, sendo esse um desafio significativo para sua aplicação prática.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração Lavoura-Pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, set. 2009.

BARROS, C.S. Uso da Programação Linear como ferramenta pedagógica e gerencial na produção agropecuária: o caso da Escola-fazenda Canuanã. Pirassununga, 2012. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa Operacional: Técnicas de Otimização Aplicadas a Sistemas Agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001.

DOSSA, D. Programação Linear na gestão da propriedade rural um enfoque alternativo. **Teoria e Evidência Econômica**, v.2, n.4, p.33-60, 1994.

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.

GAMEIRO, A.H.; ROCCO, C.D.; CAIXETA FILHO, J.V. Mathematical model to optimize a dairy farm characterized by crop-livestock integration: economic, logistic, social and environmental aspects. International Conference on Operational Research. 2011, Zurich, Gesellschaft für Operations Research, Österreichische Gesellschaft für Operations Research, Schweizerische Vereinigung für Operations Research, 2011.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146 (supl.especial), 2009.

SILVA NETO, B.; OLIVEIRA, A. **Modelagem e planejamento de sistemas de produção agropecuária: manual de aplicação da programação matemática**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2009. 288p.