

PROGRAMAÇÃO LINEAR EMPREGADA EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Lino, Violeta F.; Camargo, William J. C.; Lino, Antônio C. L.

Resumo: Atualmente no Brasil o agronegócio representa um dos maiores setores de nossa economia, que segue em constante crescimento, de acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA-Brasil, 2018), porém comumente os produtores de hortaliças trabalham com um grande número de culturas, alocadas em áreas contíguas. Contudo, essa forma de cultivo nem sempre segue um planejamento que esteja visando à otimização da área plantada por cultura levando em consideração custos de produção, preços de comercialização e probabilidades de demanda. Portanto a utilização das ferramentas de otimização, através da programação linear, pode ser de grande ajuda aos produtores no momento de decisão da implantação das culturas.

Palavras-chave: Otimização linear; Pesquisa Operacional; Hortaliças, Produção Agrícola.

Introdução

Atualmente no Brasil o agronegócio representa um dos maiores setores de nossa economia, que segue em constante crescimento, de acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA-Brasil, 2018).

Entre os anos de 2011 e 2013 a produção mundial de hortaliças, especificamente, foi de 1,11 bilhão de toneladas/ano (EMBRAPA, 2017). Atualmente o Brasil ocupa a 13ª posição com 11,4 milhões de toneladas/ano, porém segundo a EMBRAPA, 2017 “As hortaliças em 2015, deveriam ocupar a 6ª posição com a produção de 19,5 milhões, levando em consideração, o fato de que a Food Agriculture Organization – FAO, 2016 não engloba todas hortaliças existentes no Brasil”. A Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas ABCSEM, 2011 calculou que as 17 principais hortaliças produzidas correspondem a 84% do total com valor agregado de 10,6 bilhões de reais.

Segundo Santos 2007, comumente os produtores de hortaliças trabalham com um grande número de culturas, alocadas em áreas contíguas. Contudo, essa forma de cultivo nem sempre segue um planejamento que esteja visando à otimização da área plantada por cultura levando em consideração custos de produção, preços de comercialização e probabilidades de demanda. Portanto a utilização das ferramentas de otimização, através da programação linear, pode ser de grande ajuda aos produtores no momento de decisão da implantação das culturas.

A técnica de Programação Linear, conforme Hadley, 1962 é utilizada para obter o valor ótimo de determinada função objetivo, expressa na forma linear, no caso dos horticultores, maximizando o lucro de determinada safra. Obedecendo-se as equações ou inequações específicas, também lineares, que representam as restrições do modelo, ou seja, restrições imposta ao modelo como, tamanho da área de plantio, custo de produção por cultura, valor de venda, etc.

É possível encontrar alguns casos no Brasil onde foi empregado o uso da otimização no agronegócio:

Santos 2007, utilizou a otimização para determinar uma programação de rotações de culturas em uma área de plantio dividida em lotes visto que as culturas podem apresentar ciclos produtivos com durações distintas e variadas épocas do ano para o plantio.

Matheus 2017, desenvolveu um trabalho de otimização em uma fazenda produtora de leite, onde foi direcionado para o item com maior custo envolvido sendo este o da alimentação dos animais. Após os estudos realizados, alcançaram-se uma redução do custo de produção por litro de leite ao dia de R\$0,44 para R\$0,38; isso representou um ganho significativo para a propriedade.

Já Paulo 2008, usou através do uso da programação linear, sistemas de produção agrícola capazes de otimizar os recursos de agricultores familiares das regiões Norte e Noroeste Fluminense avaliando os recursos, custos e margens brutas. Quando desconsiderados os riscos de preço, o cultivo da goiaba, por exemplo, destacou-se como a melhor opção para otimização dos recursos e geração de renda. Quando considerados os riscos de redução nos preços, através do modelo MOTAD, concluiu-se que sistemas de produção envolvendo o cultivo simultâneo de maracujá e goiaba, principalmente, propiciariam redução dos riscos, sem grave comprometimento da renda gerada.

Material de métodos

Neste artigo foi utilizada a ferramenta @solver no Excel para desenvolver um prévio estudo de caso utilizando a programação linear para simular uma propriedade rural produtora de hortaliças na região do DF, base em dados reais de custo de produção e preço de venda de hortaliças da EMATER DF e CEASA DF.

Em uma análise primária de uma propriedade rural de 2 hectares com cinco possibilidades de culturas, o primeiro instinto é que seja dada a prioridade para a cultura que obtenha maior retorno financeiro, ou seja, menor custo de produção com maior valor agregado de venda, conforme Tabela 1, onde ainda não se aplicou o método de otimização, mas sim, apenas uma lógica racional com demonstração de prioridades. Após esta etapa aplicou-se o método de otimização e adição de restrições para um melhor planejamento, com resultados obtidos das Tabela 2.

Resultados

Através desta análise como pressupomos foi dada a prioridade de cultura para a couve, com o maior lucro líquido disponível. Porém nesta configuração teremos uma produção de 250000 maços de couve cujo qual sem uma devida análise de demanda não podemos afirmar que toda produção será vendida.

ENTRADAS DO PROJETO	CULTURA	PRODUÇÃO		CUSTO	PREÇO VENDA			
		Quantidade	Unidade		R\$/UM	Unidade medida (UM)	R\$/unidade	Unidade
				R\$/ha				
	Alface crespa	80000	pés/ha	R\$ 19.366,62	R\$ 18,00	20 pés/cx	R\$ 0,90	pé
	Alface americana	22410	pés/ha	R\$ 22.985,34	R\$ 18,00	12 pés/cx	R\$ 1,50	pé
	Couve-flor	1500	dz/ha	R\$ 19.336,75	R\$ 55,00	dúzia	R\$ 4,58	pç
	Brócolis	18000	uni/ha	R\$ 18.904,75	R\$ 3,00	maço	R\$ 3,00	maço
	Couve	125000	mç/há	R\$ 23.120,49	R\$ 1,50	maço	R\$ 1,50	maço

SAÍDAS DO PROJETO	CULTURA	PRODUÇÃO		CUSTO	LUCRO LÍQUIDO		
		Quantidade	Unidade		PRODUÇÃO	FATURAMENTO	LUCRO LÍQUIDO
				R\$/ha			
	Alface crespa	0	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Alface americana	0	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Couve-flor	0	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Brócolis	0	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Couve	2	ha	R\$ 46.240,97	250000	R\$ 374.999,95	R\$ 328.758,97

ÁREA DISPONÍVEL	2
LUCRO TOTAL	R\$ 328.758,97

Tabela 1 – “Produção” sem otimização e sem restrições.

Em uma segunda análise com uma visão já otimizada considerando apenas os valores de demanda para cada cultura é possível visualizar uma nova configuração. Conforme tabela abaixo, a prioridade continua sendo da couve, mas limitando a sua produção à demanda e aí priorizando a cultura com segunda prioridade, neste caso a alface crespa.

ENTRADAS DO PROJETO	CULTURA	PRODUÇÃO		CUSTO	PREÇO VENDA				DEMANDA
		Quantidade	Unidade		R\$/UM	Unidade medida (UM)	R\$/unidade	Unidade	
				R\$/ha					
	Alface crespa	80000	pés/ha	R\$ 19.366,62	R\$ 18,00	20 pés/cx	R\$ 0,90	pé	200000
	Alface americana	22410	pés/ha	R\$ 22.985,34	R\$ 18,00	12 pés/cx	R\$ 1,50	pé	200000
	Couve-flor	1500	dz/ha	R\$ 19.336,75	R\$ 55,00	dúzia	R\$ 4,58	pç	25000
	Brócolis	18000	uni/ha	R\$ 18.904,75	R\$ 3,00	maço	R\$ 3,00	maço	50000
	Couve	125000	mç/0,4 kg	R\$ 23.120,49	R\$ 1,50	mao	R\$ 1,50	maço	100000

SAÍDAS DO PROJETO	CULTURA	PRODUÇÃO		CUSTO	LUCRO LÍQUIDO		
		Quantidade	Unidade		PRODUÇÃO	FATURAMENTO	LUCRO LÍQUIDO
				R\$/ha			
	Alface crespa	1,20	ha	R\$ 23.239,94	96000	R\$ 86.400,00	R\$ 63.160,06
	Alface americana	0,00	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Couve-flor	0,00	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Brócolis	0,00	ha	R\$ -	0	R\$ -	R\$ -
	Couve	0,80	ha	R\$ 18.496,39	100000	R\$ 150.000,00	R\$ 131.503,61

ÁREA DISPONÍVEL	2
LUCRO TOTAL	R\$ 194.663,66

Tabela 2 – “Produção” com otimização e restrições.

Após a abordagem de acima considerando o máximo de condições/restrições aplicáveis a análise através do sistema de otimização pode nos apresentar o resultado ótimo conforme configurado na função objetiva, seja ela, maximização dos lucros, como nos exemplos acima ou qualquer outro objetivo do produtor.

Outro ponto favorável neste caso é o de que se houver alteração nos dados de entrada, como por exemplo, preço de venda ou custo de determinada cultura, o sistema automaticamente, encontrará um novo ponto ótimo.

É esperado que através da análise de otimização seja possível identificar a melhor configuração possível ao produtor, ou seja, a ótima. Sendo este através da maximização dos custos da produção, como no exemplo dado, ou com objetivos diferentes, como maximizar uma determinada cultura. Dessa forma, o agricultor a cada nova safra poderá atualizar os dados de entrada garantindo resultados mais próximos ao ponto ótimo, com uma rápida e fácil interpretação, uma vez que a programação já estará desenvolvida e sempre considerará os valores de entrada informados pelo agricultor.

É possível ainda, incrementar o modelo considerando probabilidades estatísticas de previsão de produção, aumentar o número de hortaliças, estimarem variações na demanda do mercado, considerar cenários de variações de preço de venda durante a safra, e qualquer outro tipo de limitação ou restrição imposta pelo agricultor.

Conclusão

É possível verificar em uma versão muito básica de otimização que os pontos positivos que o @solver oferece não se resume somente na redução de custo, que quando reduzido aumentará o lucro. A utilização de um modelo otimização para uma propriedade rural apresenta recomendações a serem seguidas pelo produtor, com o intuito de alcançar a excelência no processo de produção, e dar um grande passo rumo a excelência de gerenciamento de processos

Referências Bibliográficas

ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas – Dados Socioeconômicos da Cadeia Produtiva de Hortaliças no Brasil. Relatório elaborado pelos integrantes da Câmara Setorial de Hortaliças, Cebola e Alho, 2011 – www.codeagro.sp.gov.br.

CEASA - <http://www.ceasa.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/ATACADO.pdf>.

CNA&ABCSEM- Mapeamento e Quantificação de Cadeias Produtivas CNA.Comissao@cna.org.br, 2018.

EMATER - <http://www.emater.df.gov.br/custos-de-producao/>.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA – Hortaliças, 2016, Brasília. Disponível em: <<http://cnph.embrapa.br>>. Acesso em: set. 2017.

FAO – Food and Agricultural Organization – Statistical Yearbook, V. 46, Roma, 2016.

Santos, Matheus Moreira. Aplicação da programação linear na otimização do agronegócio. Universidade do Rio Verde, Rio Verde, GO, 2017.

SANTOS, Lana Mara Rodrigues dos et al . Um modelo para a programação de rotações de culturas. **Pesqui. Oper.**, Rio de Janeiro , v. 27, n. 3, p. 535-547, 2007 .

SOUZA, Paulo Marcelo de et al . Otimização econômica, sob condições de risco, para agricultores familiares das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Pesqui. Oper.**, Rio de Janeiro , v. 28, n. 1, p. 123-139, Apr. 2008 .

Hadley, G. (1962). *Linear programming*. Addison-Wesley, London.