

## EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA MAMONEIRA PRECOCE, CULTIVAR BRS ENERGIA, SOB DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO

José Marcelo Dias<sup>1</sup>, José Renato Cortez Bezerra<sup>1</sup>, Napoleão Esberard de Macedo Beltrão<sup>1</sup>, Tarcísio  
Marcos de Souza Gondim<sup>1</sup> Sérvulo Mercier Siqueira Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Algodão, marcelo@cnpa.embrapa.br, renato@cnpa.embrapa.br,  
napoleão@cnpa.embrapa.br, tarcisio@cnpa.embrapa.br, <sup>2</sup>UFCEG, servulomercier@yahoo.com.br

**RESUMO** – Foi realizada uma análise econômica com a mamoneira precoce irrigada em diferentes regimes de irrigação. As lâminas, aplicadas por meio de uma linha central de aspersores foram de: 403,19; 512,74; 562,36; 627,59 e 679,94 mm. As médias de rendimento obtidas para cada lâmina foram calculadas e estimadas para um hectare. Verifica-se que o custo de produção aumentou linearmente com o aumento da quantidade de água aplicada via irrigação. Para todas as variáveis estudadas, obteve-se um incremento na resposta econômica a medida que se aplicou uma maior lâmina de água de irrigação. O custo de produção variou de R\$ 1836,05 por hectare, para a aplicação da lâmina de 403,19mm a R\$ 2029,91 por hectare para a aplicação da lâmina de 679,94 mm.

**Palavras-chave:** custos, receitas, RBC, TMR.

### INTRODUÇÃO

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a disponibilidade de água para a irrigação é bastante escassa e diminui rapidamente em decorrência do aumento da população, o que tem provocado competição com outros usos: humano, animal e industrial. Este fato impõe um uso mais eficiente dos recursos hídricos, tanto em termos físicos como econômicos, uma vez que o custo de energia na irrigação se constitui um dos fatores de produção que onera a atividade agrícola irrigada. Nos empreendimentos agrícolas os recursos de água e energia devem ser otimizados, possibilitando a utilização dos demais insumos de produção e, conseqüentemente, a obtenção de maiores produtividades com uma combinação melhor dos insumos empregados (AZEVEDO, 2002). Segundo Vaux e Pruitt (1983), para se obter o máximo rendimento de uma área irrigada, procura-se fazer uma programação de irrigação, visando-se as seguintes metas: otimizar a irrigação para obter o máximo de produção por área irrigada; maximizar a produção por unidade de água aplicada pela irrigação; maximizar os benefícios econômicos da exploração agrícola; economizar ou minimizar as necessidades de energia.

De acordo com Frizzone e Andrade Junior. (2005), pode-se expressar as variáveis da função de produção água-cultura de diferentes maneiras. A variável independente “água” pode ser transpiração, evapotranspiração, lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura, estado de água no solo, etc. Para o usuário da irrigação, é mais interessante utilizar como variável independente a lâmina de água

aplicada à parcela, mesmo que apenas parte dela seja utilizada no processo de evapotranspiração.

Como a otimização técnica não implica, necessariamente, uma situação favorável em termos de economicidade, este trabalho se propõe a uma análise da eficiência econômica da mamoneira precoce em resposta a lâminas de água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

A determinação da eficiência econômica foi realizada com a obtenção da relação benefício custo (RBC) de cada um dos tratamentos testados e a taxa marginal de retorno (TMR) obtida a partir da aplicação de diferentes lâminas de irrigação na cultura da mamona. O experimento de campo foi conduzido na área experimental da Embrapa, localizada no município de Barbalha, CE, no período de setembro a dezembro de 2005. As lâminas, aplicadas por meio de uma linha central de aspersores foram de: 403,19; 512,74; 562,36; 627,59 e 679,94 mm e repetidas seis vezes. As médias de rendimento obtidas para cada lâmina foram calculadas e estimadas para um hectare.

Para realização da análise física e econômica da produção, foram coletadas as informações de quantidade e custo dos insumos, o custo da mão-de-obra utilizada e o custo do preparo de solo, visando estabelecer a curva de melhor resposta, de acordo com a metodologia adaptada de Queiroz et al. (1996). Para tanto foram obtidas as seguintes variáveis:

$P_i$  – Preço unitário de venda da mamona em bagas ( $R\$.kg^{-1}$ );  $PD_i$  – Produção obtida com a aplicação de  $L_i$  ( $kg.ha^{-1}$ );  $L_i$  – Lâmina de irrigação (mm);  $CIT_i$  – Custo independente do tratamento ( $R\$.ha^{-1}$ );  $CDT_i$  – Custo dependente do tratamento ( $R\$.ha^{-1}$ );  $PD_i$  – Produção da mamona em bagas de cada tratamento ( $kg.ha^{-1}$ );  $RB_i$  – Renda bruta auferida para cada tratamento ( $R\$.ha^{-1}$ );  $RL_i$  – Renda líquida obtida por cada tratamento ( $R\$.ha^{-1}$ ); RBC – Relação benefício custo; TMR – Taxa marginal de retorno.

O custo independente do tratamento ( $CIT_i$ ) correspondeu a todos os custos de produção, com exceção daqueles diretamente relacionado ao custo da água, do beneficiamento, da mão de obra da irrigação e da colheita, que variaram em função dos tratamentos estudados. Portanto, o custo independente do tratamento foi determinado a partir da seguinte expressão:

$$CIT_i = C_{INS} + C_{MO} + C_{PS} - [C_A + C_C] \quad (1)$$

onde:  $C_{INS}$  corresponde ao custo dos insumos utilizados,  $C_{MO}$ , ao custo com mão-de-obra,  $C_{PS}$  ao custo com preparo de solo,  $C_A$  ao custo com água e  $C_C$  ao custo com colheita.

O valor do custo dependente do tratamento ( $CDT_i$ ) foi calculado com base no preço de energia cobrado pela concessionária, relativo ao bombeamento da água para irrigar um hectare, com o sistema

de irrigação instalado (ALMEIDA et al., 2004), acrescido do custo de colheita, que variou em função do rendimento obtido, o qual foi calculado segundo a expressão:

$$CDT_i = C_a + C_c \quad (2)$$

Com base nestes parâmetros, foram calculadas a renda bruta (RB<sub>i</sub>) e a renda líquida (RL<sub>i</sub>) para cada um dos tratamentos estudados, utilizando-se as seguintes expressões:

Para renda bruta:

$$RB_i = P_i \cdot PD_i \quad (3)$$

Para renda líquida:

$$RL_i = P_i \cdot PD_i - (CIT_i + CDT_i) \quad (4)$$

A relação benefício/custo (RBC), resultante da razão entre os benefícios auferidos pelo sistema de produção e o custo total do sistema, é dada pela expressão:

$$RBC_i = \frac{RB_i}{CT_i} \quad (5)$$

A taxa marginal de retorno (TMR), dada em porcentagem, pode ser definida pela relação entre a diferença de renda líquida (RL<sub>i</sub>) auferida entre dois tratamentos em relação ao custo dependente dos tratamentos (CDT) entre dois tratamentos testados, pode ser determinada pela equação:

$$TMR_{i-(i-1)} = \frac{RL_i - RL_{i-1}}{CDT_i - CDT_{i-1}} \quad (6)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obtenção da análise física e econômica da produção, foram coletadas as informações de quantidade e custo dos insumos, custo da mão-de-obra e de serviços de preparo do solo, conforme a metodologia adaptada de Queiroz et al. (1996). Os resultados dos custos obtidos no experimento são apresentados na Tabela 1.

O custo dos insumos foi crescente em função da lâmina de água e isto ocorreu em virtude da maior aplicação de água ter acarretado um maior tempo de funcionamento da eletrobomba, conseqüentemente, um maior consumo de energia. Verificou-se uma variação percentual crescente, tendo o tratamento que recebeu a maior lâmina de irrigação (679,94 mm) apresentado o maior percentual de custo dos insumos (42,21%) em relação aos outros quatro tratamentos. Avaliando-se a participação percentual do custo mão-de-obra nos cinco tratamentos, observa-se que, proporcionalmente, o custo da mão-de-obra foi o que apresentou a maior concentração de custos em todos os tratamentos e o incremento ocorreu também em função do aumento da lâmina de irrigação.

Os resultados econômicos dos diferentes sistemas de produção podem ser observados na Tabela 2.

Para a obtenção dos dados da Tabela 2, foram utilizados preços de Dezembro/2007. Como pode ser visualizado nesta tabela, para todas as variáveis estudadas, obteve-se um incremento na resposta econômica à medida que aplicou uma maior lâmina de irrigação. O custo de produção variou de R\$ 1836,05 por hectare, para a aplicação da lâmina de 403,19 mm a R\$ 2029,91 por hectare para a aplicação da lâmina de 679,94mm. Seguindo a mesma tendência, a produção foi maior à medida que se aumentou a lâmina de irrigação, com uma produtividade de 3361,00 kg.ha<sup>-1</sup>, para o tratamento com a maior lâmina de irrigação. Com o preço da mamona em baga estabelecido em R\$ 0,75 por Kilograma, obteve-se uma renda bruta de R\$ 2028,75; R\$ 2197,50; R\$ 2256,75; R\$ 2383,50 e 2520,75 para os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>, respectivamente.

Observando-se os resultados obtidos para todas as variáveis estudadas, com exceção do custo independente do tratamento que foi idêntico para todos os tratamentos, obteve-se um incremento linear em função da lâmina de água aplicada, o que demonstra que os sistemas de produção apresentaram uma resposta econômica satisfatória.

Visando estabelecer a eficiência econômica dos tratamentos testados, utilizou-se a relação benefício/custo, e a taxa marginal de retorno. Vários autores (ALENCAR et al., 2004; BARBOSA FILHO; SILVA, 1994) têm utilizado a relação benefício/custo para demonstrar a eficiência econômica em trabalhos de pesquisa agrícola. Para a relação benefício/custo, que se traduz pela razão entre os benefícios auferidos pelos tratamentos testados em função dos custos totais observados em cada sistema de produção estudado (Tabela 2) obtiveram-se como resultados 1,10; 1,15; 1,16; 1,19 e 1,24; para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Pode-se observar, portanto, que, do ponto de vista econômico, o incremento na lâmina de água aplicada acarretou uma maior resposta econômica da mamoneira, cultivar BRS Energia. Observa-se, ainda que, para cada real aplicado, houve um lucro líquido de R\$ 0,10 para a lâmina de 403,19mm; R\$ 0,15 para a lâmina de 512,74 mm; 0,16 para a lâmina de 562,36 mm; 0,19 para a lâmina de 627,59 mm e 0,24 para a lâmina de 679,94 mm, o que evidencia um melhor retorno econômico para o tratamento em que se utilizou a maior lâmina de irrigação.

De modo análogo à relação benefício/custo, a taxa marginal de retorno que consiste na relação entre a diferença de renda líquida auferida entre dois tratamentos pela diferença observada entre os custos dependentes dos dois tratamentos, tem sido utilizada para avaliar a resposta econômica de culturas (CIMMYT, 2007; OLIVEIRA; CAMPOS, 1997). A taxa marginal de retorno, obtida neste trabalho foi de 1,23 entre o tratamento 2, que recebeu uma lâmina de irrigação de 512,74 mm, em relação ao tratamento 1, que recebeu uma lâmina de 403,19 mm (Tabela 2), indicando que, para cada real investido no custo de água mais custo de colheita, houve uma resposta positiva de R\$ 0,23,

mostrando que há vantagem econômica em aplicar a lâmina do tratamento 2, quando comparada com o tratamento 1. Quando se comparou a taxa marginal de retorno do tratamento 5 (679,94 mm) em relação ao tratamento 4 (627,59 mm), obteve-se um valor de 3,04, do que se pode inferir que, para cada real investido no custo de água mais o custo de colheita, houve um retorno econômico de R\$ 2,04, caracterizando, assim, a maior eficiência econômica deste tratamento.

## CONCLUSÃO

Para todas as variáveis estudadas, obteve-se um incremento na resposta econômica à medida que aplicou uma maior lâmina de irrigação. O custo de produção variou de R\$ 1836,05 por hectare, para a aplicação da lâmina de 403,19 mm a R\$ 2029,91 por hectare para a aplicação da lâmina de 679,94 mm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. R. de; HERRUZO, C.; HEOEFLICH, V. A.; OLIVEIRA, E. B. de. Impactos econômicos da pesquisa e desenvolvimento de um sistema informatizado para manejo florestal de *Pinnus spp.* **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 425-446, 2004.

ALMEIDA, F. T. de; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. de; MARIN, S. L. D.; GRIPPA, S. Análise econômica baseada em funções de resposta da produtividade versus lâminas de água para o mamoeiro no Norte Fluminense. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 675-683, 2004.

AZEVEDO, H.M. de. **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba**. 2002. 110f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. da. Aspectos agro-econômicos da calagem e da adubação nas culturas de arroz e feijão irrigados por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 11, p. 1657-1667, 1994.

CIMMYT. **A formulação de recomendações a partir de dados agrônômicos: Um manual metodológico de avaliação econômica CIMMYT** – programa de Economia. Disponível em: < <http://www.cimmyt.org/research/economics/manualport/Manual/manualportpart3.htm> >. Acesso em: Agosto 2007.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. cap. 7, p. 283 - 314.

OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T. G. da S. Manejo da irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo em condições semi-áridas do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 5, p. 521-535, 1997.

QUEIROZ, J. E. de; CALHEIROS, C. B. M.; PESSOA, P. C. S.; FRIZZONE, J. A. Estratégias ótimas de irrigação do feijoeiro: terra como fator limitante da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.1, p.55-61, 1996.

VAUX, H. J.; PRUITT, W. O. Crop-water productions functions. In: HILLEL, D. (Ed.) **Advances in irrigation**. New York: Academic Press, v.2, p. 61-97. 1983.

**Tabela 1.** Custo por hectare e variação percentual do custo de produção da cultivar de mamoneira precoce BRS Energia submetido a diferentes lâminas de água de Irrigação. Barbalha, CE, 2005.

Lâmina de Água (mm)	Custos de produção (R\$)			Total (R\$.ha <sup>-1</sup> )
	Preparo do Solo	Insumos	Mão-de-obra	
T <sub>1</sub> = 403,19	195,00	741,05	900,00	1836,05
T <sub>2</sub> = 512,74	195,00	786,88	930,00	1911,08
T <sub>3</sub> = 562,36	195,00	807,62	948,00	1950,02
T <sub>4</sub> = 627,59	195,00	834,95	966,00	1995,95
T <sub>5</sub> = 679,94	195,00	856,92	978,00	2029,92
Variação Percentual				
T <sub>1</sub> = 403,19	10,62	40,36	49,02	100,00
T <sub>2</sub> = 512,74	10,20	41,16	48,64	100,00
T <sub>3</sub> = 562,36	10,00	41,40	48,60	100,00
T <sub>4</sub> = 627,59	9,77	41,83	48,40	100,00
T <sub>5</sub> = 679,94	9,60	42,21	48,20	100,00

**Tabela 2.** Dados relativos aos custos independentes do tratamento (CIT<sub>i</sub>), custos dependentes do tratamento (CDT<sub>i</sub>), custo total (CT<sub>i</sub>), produção obtida (PD<sub>i</sub>), renda bruta (RB<sub>i</sub>) e renda líquida (RL<sub>i</sub>), relação benefício/custo (RBC), e taxa marginal de retorno (TMR) da mamoneira, cultivar BRS Energia, submetido a diferentes lâminas de irrigação. Barbalha, CE, 2005.

Variáveis	Lâmina de água aplicada (mm)				
	403,19	512,74	562,36	627,59	679,94
CIT <sub>i</sub> – Custos independente do tratamento (R\$.ha <sup>-1</sup> )	1203,61	1203,61	1203,61	1203,61	1203,61
CDT <sub>i</sub> – Custos dependente do tratamento (R\$.ha <sup>-1</sup> )	632,43	708,27	747,01	792,33	826,30
CT <sub>i</sub> – Custos totais (R\$.ha <sup>-1</sup> )	1836,05	1911,88	1950,62	1995,95	2029,91
PD <sub>i</sub> – Produção (kg.ha <sup>-1</sup> )	2705,00	2930,00	3009,00	3178,00	3361,00
RB <sub>i</sub> – Renda Bruta (R\$.ha <sup>-1</sup> )	2028,75	2197,50	2256,75	2383,50	2520,75
RL <sub>i</sub> – Renda Líquida (R\$.ha <sup>-1</sup> )	192,70	285,62	306,13	387,55	490,83
Relação Benefício/Custo (RBC)	1,10	1,15	1,16	1,19	1,24
Taxa Marginal de Retorno (TMR)		1,23	0,53	1,80	3,04