

Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio

Guilherme Bastos Lyra^{1*}, Nivaldo José Ponciano², Paulo Marcelo de Souza³, Elias Fernandes de Sousa² e Gustavo Bastos Lyra⁴

¹Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Maceió, Alagoas, Brasil. ²Laboratório de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ³Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ⁴Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: gbastoslyra@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivou-se determinar a viabilidade econômica e o risco do cultivo do mamão na Região Norte do Espírito Santo e comparar os índices econômicos com dados experimentais de irrigação e doses de sulfato de amônio. O experimento foi conduzido na Fazenda Caliman Agrícola S.A., em Linhares, Estado do Espírito Santo. Foram avaliadas, separadamente, duas variedades de mamão, Golden e UENF Caliman 01, em cinco níveis de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% da evapotranspiração de referência), combinados com quatro doses de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha⁻¹ mês⁻¹). Na determinação dos riscos e índices da cultura do mamão utilizou-se o cálculo do Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, a análise de sensibilidade e o método de Monte Carlo. Os tratamentos de irrigação apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) em relação à produtividade. Contudo, as doses de sulfato de amônio e suas interações com as lâminas aplicadas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a produtividade. Mediante a simulação de Monte Carlo (simulação triangular), a probabilidade de obter Valor Presente Líquido negativo é de 63,2 e 81,4%, para Golden e UENF Caliman 01, respectivamente.

Palavras-chave: valor presente líquido, taxa interna de retorno, mamoeiro.

ABSTRACT. Economic viability and cultivation risk of papaya in function of irrigation depth and ammonium sulfate. The aim of this paper was to determine the economic viability and cultivation risk in northern Espírito Santo State and compare the economic indices with experimental irrigation data and ammonium sulfate doses. The experiment was carried out at Calima Agrícola S.A. farm, in Linhares, ES. Two varieties were evaluated separately, Golden and UENF Caliman 01, in five irrigation levels, combined with four ammonium sulfate doses. The determination of indices and risks of papaya cultivation utilized the calculation of net present value, internal rate of return, sensitivity analysis and Monte Carlo method. The irrigation treatments showed significant statistical differences ($p < 0.05$) in relation to productivity. The ammonium sulfate and its interactions with applied irrigation depths did not present significant differences ($p < 0.05$) for the same variable. By means of a Monte Carlo simulation (triangular simulation), the probability of obtaining negative net present value is 63.2 and 81.4% for Golden and UENF Caliman 01, respectively.

Key words: net present value, internal rate of return, papaya.

Introdução

Na safra de 2005, o mamão foi a quarta fruta mais produzida no Brasil, com 4,7% da produção nacional, inferior apenas a laranja (52,8%), banana (19,8%) e melancia (4,9%). A Região Nordeste concentra a maior produção de mamão, com 879.288 toneladas, que representa 55,9% da produção nacional, seguida da Região Sudeste. Bahia e Espírito Santo foram responsáveis por 86% da produção nacional, enquanto o Rio Grande do

Norte apresentou o maior crescimento (47,4%), seguido do Espírito Santo e Ceará, com 33,2 e 16,5%, respectivamente (AGRIANUAL, 2007).

Para que haja maiores produtividades e menores custos de produção, em termos nacionais, é necessário que se resolvam problemas relacionados ao manejo de irrigação, controle das doenças típicas da cultura, utilização de defensivos agrícolas e aplicação de nutrientes em doses adequadas (PONCIANO; SOUZA, 2001). De acordo com a

Agriannual (2007), a cultura do mamoeiro apresentou, em 2006, os seguintes custos e receitas por hectare na sua lavoura: no primeiro ano (formação), o custo de produção para o mamão Havaí irrigado foi de R\$ 13.067,00 e a receita de R\$ 4.510,00; no segundo ano (produção crescente), o custo e a receita foram de R\$ 14.518,00 e R\$ 26.650,00, respectivamente; no terceiro e último ano (manutenção – produção estável), o custo foi de R\$ 12.655,00 e a receita de R\$ 20.500,00 (AGRIANUAL, 2007).

A viabilidade de um sistema de produção depende do adequado manejo na sua condução, sendo necessárias as análises econômicas dos insumos aplicados para que se possam tomar decisões adequadas (ALMEIDA et al., 2004), particularmente no caso da agricultura, devido a baixa rentabilidade e as possibilidades de riscos e incertezas dessa atividade (PONCIANO et al., 2006b; MOUSINHO et al., 2008). O sistema de cultivo do mamão com irrigação localizada requer elevado investimento inicial, o que demanda estudo do potencial produtivo da região em questão. Além de uma análise de viabilidade econômica, é necessário indicar a taxa de rentabilidade esperada, como também fornecer elementos que permitam quantificar o grau de confiança que se pode associar à taxa de retorno do projeto (PERES et al., 2004; PONCIANO et al., 2004). Isso orienta e subsidia a tomada de decisão, tornando-a mais eficiente. A determinação da rentabilidade da produção de mamão e a avaliação por meio das análises de sensibilidade e de risco fornecem maior eficiência na tomada de decisão por parte do agricultor.

Vários pesquisadores (ALMEIDA et al., 2004; PERES et al., 2004; PONCIANO et al., 2004; FONTNOUELLE et al., 2006; PONCIANO et al., 2006a; PONCIANO et al., 2006b; SOARES et al., 2003; LIMA et al., 2007; MOUSINHO et al., 2008) utilizaram técnicas de análise de viabilidade econômica (Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno) e tomada de decisão, em condições de risco (análise de sensibilidade, simulação com distribuição triangular, utilizando o método de Monte Carlo), para gerar indicadores que permitiram aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso em projetos agropecuários ou florestais.

A simulação de dados resulta em diferentes combinações probabilísticas de ocorrência, e com isso obtêm-se uma distribuição de frequências e não apenas um valor determinístico, sendo o risco expresso pela variância (MARQUES; FRIZZONE, 2005). O método de Monte Carlo é um dos mais utilizados para obter as distribuições de frequências que subsidiam as

análises de risco, devido, principalmente, a sua simplicidade e flexibilidade. Com o intuito de estudar a rentabilidade do milho em três sistemas de produção, em condições de risco, Esperancini et al. (2004) utilizaram o método de Monte Carlo como instrumento decisório para simular as variáveis, preços e produtividade. Mousinho et al. (2008), aplicaram o método de Monte Carlo para avaliar a viabilidade econômica do feijão-caupi, em função das lâminas de irrigação, épocas de plantio e capacidade de água disponível no solo no Estado do Piauí a um nível de probabilidade de 75%.

Assim, objetivou-se no presente trabalho determinar a rentabilidade da produção de mamão, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno, e avaliar, por meio das análises de sensibilidade e de risco, a viabilidade econômica do experimento, em influência de diferentes lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio.

Material e métodos

Fonte de dados e caracterização do experimento em campo

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Estado do Espírito Santo (latitude 19°11'13"S, longitude 40°05'39"W e altitude 29 m). Foram conduzidos dois experimentos com os mamoeiros cultivares Golden, mamão Havaí (20/10/2004 a 30/6/2006) e híbrido UENF Caliman 01, mamão Formosa (14/10/2004 a 22/2/2006). O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4, em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação – 50 (L1), 70 (L2), 90 (L3), 110 (L4) e 130% (L5) da evapotranspiração de referência – e quatro doses de nitrogênio – 90 (N1), 188 (N2), 288 (N3) e 377 kg ha⁻¹ mês⁻¹ (N4)–, totalizando 20 tratamentos, com três repetições por tratamento. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo modelo de Penman-Monteith parametrizado no boletim FAO-56 (ALLEN et al., 1998). Os elementos meteorológicos necessários para determinação de ET_o foram obtidos por uma estação meteorológica instalada próximo à área experimental. Detalhes da determinação dos termos do modelo são apresentados por Lyra et al. (2007).

Os coeficientes técnicos experimentais foram comparados aos do manejo da fazenda em três áreas representativas (total de 27 hectares) com plantio em março de 2004, fechando o fluxo de caixa em 25 meses. Os preços de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio foram de R\$ 0,45 mm⁻¹ ha⁻¹ e R\$ 0,63 kg⁻¹, respectivamente, para os insumos

variados no experimento. De acordo com Agriannual (2007), os preços médios do mamão Havaí e Formosa nos últimos cinco anos foram de R\$ 0,41 e R\$ 0,35 kg⁻¹, respectivamente. O fluxo de caixa líquido das parcelas experimentais foi extrapolado para 1 hectare. Os dados de preços de insumos, assim como os preços do produto, foram os valores reais utilizados no manejo empregado na fazenda.

Avaliação da viabilidade econômica

A análise da viabilidade financeira foi realizada em duas etapas. A primeira delas consistiu na construção dos fluxos de caixa que, uma vez obtidos, possibilitaram o cálculo dos indicadores de rentabilidade das atividades consideradas (PONCIANO et al., 2004; PONCIANO et al., 2006b). Na montagem dos fluxos de saída foram consideradas as despesas de investimento, quando existiram, sendo computadas, como despesas operacionais, todos os gastos efetuados ao longo do ciclo produtivo. No caso da montagem dos fluxos de entrada foram considerados como receita a venda da produção e os valores residuais dos equipamentos imputados a cada horizonte. Todos os preços empregados na análise econômica, seja de produtos ou de insumos, foram obtidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas na Fazenda.

Para o procedimento de estimativa do custo de produção, o método utilizado foi o linear referente ao período do plantio ao término do ciclo (NOGUEIRA, 1999). Para o cálculo dos custos de máquinas, implementos e de benfeitorias, realizou-se o rateio, que consiste na distribuição do valor de um recurso fixo para as diferentes atividades agrícolas que são desenvolvidas na empresa agrícola, desde que este recurso não seja específico para a atividade. A forma de rateio utilizada nesta pesquisa foi a proporcional ao tempo de utilização para máquinas e implementos.

Determinação do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL compara todas as entradas e saídas de dinheiro na data inicial do projeto, descontando os retornos futuros do fluxo de caixa com a taxa de juros "i" (NOGUEIRA, 1999). Um projeto é considerado viável se apresentar VPL positivo (PERES et al., 2004), assim, o melhor manejo de irrigação e de doses de sulfato é definido como extremo positivo de VPL. O modelo matemático do VPL do projeto de investimento pode ser expresso pela Equação (1) (PONCIANO et al., 2004, 2006b):

$$VPL = -FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

em que:

- VPG = valor presente líquido, R\$;
- FC₀ = fluxo de caixa inicial, R\$;
- FC_j = valores dos fluxos líquidos (diferença entre entrada e saída), R\$;
- J = período de análise (1,2,3,...n), mês;
- N = vida útil do projeto, mês;
- I = taxa de desconto.

Deve-se escolher o período da taxa de juro das aplicações, mensal ou anual. Quando utilizadas taxas mensais, estes valores podem ser transformados em taxas anuais, da seguinte forma (NORONHA, 1987):

$$(1 + K_a) = (1 + K_m)^t \quad (2)$$

em que:

- K_a = taxa anual;
- K_m = taxas de juros mensais; e
- T = período em meses (12 meses).

As taxas de descontos anuais utilizadas foram iguais a 6, 8, 10 e 12%.

Determinação da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. Assim para um projeto ser considerado viável, sua TIR deve ser igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação (PERES et al., 2004). O procedimento de cálculo da TIR é realizado com o modelo matemático do VPL, solucionado numericamente para a taxa de juro TIR que zera o VPL, assim (PONCIANO et al., 2004):

$$0 = -FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} \quad (3)$$

A tomada de decisão em condições de risco

Para estimar a amplitude desses preços, usou-se o método de análise de sensibilidade. Esse método consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final (BUARQUE, 1991). O procedimento básico para se fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidas; por meio de um programa de computação, obter os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; fazer a simulação mediante variações em

um ou mais parâmetros e verificar de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade (PONCIANO et al., 2004, 2006b).

Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas foi empregado o Método de Monte Carlo. A sequência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo foi a seguinte: (1) identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto; (2) selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha (NORONHA, 1987; PONCIANO et al., 2004; PONCIANO et al., 2006b). Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Dada a impossibilidade de estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis, a melhor alternativa consiste em identificar, mediante análise de sensibilidade, aquelas que têm maior efeito sobre o resultado financeiro do projeto. Outro aspecto é que, embora existam, estatisticamente, vários tipos de distribuições de probabilidade, a tarefa de identificar a distribuição específica de uma determinada variável é frequentemente custosa. Diante da dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis mais relevantes, é procedimento usual empregar a distribuição triangular, como se fez no presente trabalho. Essa distribuição é definida pelo nível médio mais provável ou moda (m), por um nível mínimo (a) e um nível máximo (b), o que é importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis (PERES et al., 2004; PONCIANO et al., 2006b).

Por meio da utilização do programa Excel®, propõe-se uma distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, neste caso a distribuição triangular. Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para o projeto. Pela repetição desse procedimento um número significativo de vezes, gera-se a distribuição de frequências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso do mesmo.

O modelo de distribuição triangular acumulada é apresentado da seguinte forma:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(X-a)}{(m-a)(b-a)} & \text{se } (a \leq X \leq m) \\ \frac{2(b-X)}{(b-m)(b-a)} & \text{se } (m \leq X \leq b) \\ 0 & \text{se } (X < a \text{ ou } X > b) \end{cases}$$

A Função que gerou os números aleatórios no programa Excel® é descrita da seguinte forma:

$$= \text{aleatório} () \quad (4)$$

Resultados e discussão

No sistema de produção dos experimentos, a venda do produto foi observada no 9º mês, tanto para a cultivar Golden, como para o híbrido UENF Caliman 01. Esse período coincidiu com o início da produção para as duas variedades. Os tratamentos de irrigação foram significativos estatisticamente ($p < 0,05$) em relação à produtividade. Entretanto, as doses de sulfato de amônio e suas interações com as lâminas aplicadas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a mesma variável. A produtividade média para a cultivar Golden foi de 89,45 t ha⁻¹, em 12 meses de colheita, com média mensal de 4,47 t ha⁻¹ mês⁻¹, em 20 meses de experimento. A combinação dos tratamentos de lâmina de irrigação de 110% da ETo (L4) com a dose de sulfato de amônio igual a 188 kg ha⁻¹ mês⁻¹ (N2) proporcionou a maior produtividade desse experimento (107,22 t ha⁻¹), seguida da combinação de tratamentos L4N1. A menor produtividade foi observada no tratamento L1N2, com 76,78 t ha⁻¹, seguida do tratamento L1N4 (Tabela 1). No híbrido UENF Caliman 01, a produtividade média atingiu um pico com o tratamento L3N3 (90% de ETo e dose de sulfato de amônio de 288 kg ha⁻¹ mês⁻¹), com um valor de 111,85 t ha⁻¹, em 16 meses após o plantio e oito meses de colheita. O tratamento que mostrou menor desempenho produtivo foi o L1N1, com produtividade média no período experimental de 52,92 t ha⁻¹. A média mensal em 16 meses de cultivo foi igual a 5,17 t ha⁻¹ mês⁻¹ (Tabela 2).

Utilizando a Equação 2, as taxas anuais de desconto (6, 8, 10 e 12%) foram transformadas nas seguintes taxas mensais: 0,49; 0,64; 0,80 e 0,95%, respectivamente. O VPL com horizonte de planejamento comum de 20 meses de cultivo no Golden apresentou valores entre R\$ -2.193,16 (0,95% a.m.) a R\$ 11.529,10 (0,49% a.m.), nos tratamentos L1N4 e L4N1, respectivamente.

Tabela 1. Produtividade média (t ha⁻¹) para a variedade Golden 20 meses após o transplantio e 12 meses de colheita.

Sulfato de amônio kg ha ⁻¹ mês ⁻¹	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L ₁ (1236,0)	L ₂ (1339,0)	L ₃ (1444,0)	L ₄ (1525,0)	L ₅ (1604,0)	
N ₁ (90)	83,17	86,58	85,04	106,49	86,72	89,60
N ₂ (188)	76,78	84,39	90,09	107,22	89,78	89,65
N ₃ (288)	80,01	87,72	88,27	94,22	98,26	89,70
N ₄ (377)	78,72	80,25	96,88	98,44	89,92	88,84
Média	79,67	84,74	90,07	101,59	91,17	89,45

Tabela 2. Produtividade média (t ha⁻¹) para o híbrido UENF Caliman 01 16 meses após o transplantio e oito meses de colheita.

Sulfato de amônio kg ha ⁻¹ mês ⁻¹	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L ₁ (806,9)	L ₂ (873,7)	L ₃ (948,4)	L ₄ (1014,9)	L ₅ (1076,0)	
N ₁ (90)	52,92	82,56	86,05	85,96	87,52	79,00
N ₂ (188)	99,07	104,19	79,03	81,72	85,19	89,84
N ₃ (288)	61,82	79,62	111,85	71,35	72,24	79,38
N ₄ (377)	86,65	102,04	73,14	74,88	77,95	82,93
Média	75,11	92,10	87,51	78,48	80,73	82,79

Com exceção dos tratamentos L1N4 e L2N4, que apresentaram VPL negativos, todos os tratamentos empregados no experimento indicaram que o capital investido será recuperado, remunerado na taxa de juros utilizada para calcular o custo de capital do projeto, ou seja, são viáveis economicamente (Tabela 3).

Para a cultivar Golden, a taxa interna de retorno variou de 0,33 e 3,42%, nos tratamentos L1N4 e L4N1, respectivamente. O valor da TIR, superior às taxas de juros na maioria dos tratamentos, indicou que as lâminas de irrigação e as doses de sulfato de amônio utilizadas foram viáveis. Entretanto, para os tratamentos L1N2, L1N3, L1N4 e L2N4, que apresentaram valores inferiores à maior taxa de atratividade, os manejos não seriam viáveis economicamente.

Tabela 3. Valor Presente Líquido (VPL) (para taxas de atratividade de 0,49, 0,64, 0,80 e 0,95% ao mês) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos tratamentos de lâmina total de água aplicada e doses de sulfato de amônio, na cultivar Golden.

Tratamentos	Taxa de Juros				TIR
	0,49%	0,64%	0,80%	0,95%	
L1N1	3987,45	3341,18	2724,70	2136,10	1,54%
L1N2	1025,35	434,88	-128,02	-665,09	0,76%
L1N3	807,84	218,11	-344,05	-880,39	0,70%
L1N4	-575,84	-1141,00	-1679,53	-2193,16	0,33%
L2N1	5064,42	4398,28	3762,71	3155,75	1,82%
L2N2	3215,15	2581,79	1977,71	1401,06	1,34%
L2N3	3299,89	2664,38	2058,23	1479,59	1,36%
L2N4	-121,88	-695,49	-1242,16	-1763,60	0,45%
L3N1	4511,73	3855,57	3229,58	2631,85	1,67%
L3N2	5107,04	4439,15	3801,89	3193,31	1,82%
L3N3	3433,76	2795,65	2187,01	1605,97	1,39%
L3N4	5303,83	4630,72	3988,45	3375,08	1,87%
L4N1	11529,10	10744,32	9994,75	9278,17	3,42%
L4N2	10707,93	9937,35	9201,42	8497,97	3,22%
L4N3	5352,83	4679,46	4036,94	3423,31	1,89%
L4N4	5779,46	5097,51	4446,76	3825,22	1,99%
L5N1	4990,66	4325,50	3690,86	3084,81	1,80%
L5N2	4938,53	4273,49	3638,97	3033,03	1,78%
L5N3	6644,36	5947,23	5281,88	4646,30	2,21%
L5N4	2939,49	2309,44	1708,55	1134,96	1,26%

*Taxas de descontos mensais proporcionais a 6, 8, 10 e 12% a.a., respectivamente.

No híbrido UENF Caliman 01, com 16 meses de cultivo, o VPL apresentou valores de R\$ -7.152,50 (0,95% a.m.) a R\$ 4.958,97 (0,49% a.m.), nos tratamentos L1N1 e L3N3, respectivamente (Tabela 4). Para o híbrido UENF Caliman 01, apenas os tratamentos L1N2, L2N2, L2N4 e L3N3 apresentaram VPL positivo para todas as taxas de descontos utilizadas, num horizonte de planejamento de 16 meses. Entretanto os tratamentos L3N1, L4N1, L5N1 e L4N4 mostraram-se desfavoráveis apenas para a taxa de desconto de 0,95%. Isso mostrou que os investimentos seriam viáveis para as demais taxas de descontos. Para os outros tratamentos, o retorno dos investimentos em lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio seria inviável, no horizonte de planejamento apresentado.

Tabela 4. Valor Presente Líquido (VPL) (para taxas de atratividade de 0,49, 0,64, 0,80 e 0,95% ao mês) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos tratamentos de lâmina total de água aplicada e doses de sulfato de amônio, no híbrido UENF Caliman 01.

Tratamentos	Taxa de Juros				TIR
	0,49%	0,64%	0,80%	0,95%	
L1N1	-6066,51	-6444,38	-6806,05	-7152,5	-1,58%
L1N2	3103,551	2584,407	2086,454	1608,46	1,49%
L1N3	-5819,41	-6202,39	-6568,98	-6920,17	-1,48%
L1N4	-1193,98	-1648,48	-2084,07	-2501,86	0,09%
L2N1	704,5774	223,6722	-237,4	-679,799	0,72%
L2N2	4183,612	3647,808	3133,784	2640,277	1,83%
L2N3	-1991,79	-2433,56	-2856,88	-3262,82	-0,17%
L2N4	2111,002	1605,72	1121,146	656,0724	1,17%
L3N1	1048,047	560,8738	93,75897	-354,471	0,83%
L3N2	-1116,25	-1569,15	-2003,22	-2419,57	0,12%
L3N3	4958,97	4410,5	3884,263	3378,969	2,07%
L3N4	-4187,08	-4595,89	-4987,4	-5362,64	-0,92%
L4N1	999,3716	512,8491	46,36199	-401,261	0,81%
L4N2	-752,945	-1213,25	-1654,44	-2077,65	0,24%
L4N3	-3847,94	-4261,45	-4657,5	-5037,13	-0,80%
L4N4	-3839,19	-4253,43	-4650,18	-5030,47	-0,80%
L5N1	1308,475	817,1227	345,9763	-106,144	0,91%
L5N2	-28,6597	-500,162	-952,156	-1385,79	0,48%
L5N3	-3683,89	-4100,01	-4498,57	-4880,62	-0,74%
L5N4	-3203,19	-3627,27	-4033,52	-4422,98	-0,58%

*Taxas de descontos mensais proporcionais a 6, 8, 10 e 12% a.a., respectivamente.

No caso do híbrido UENF Caliman 01, a TIR variou de -1,58% no tratamento L1N1 a 2,07% no tratamento L3N3. Apenas os tratamentos L2N2, L2N4 e L3N3 apresentaram TIR superior às taxas de descontos, sendo viáveis para os tratamentos combinados de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio. No período experimental, em estudo com o híbrido UENF Caliman, observou-se que a maioria dos tratamentos resultou em TIR negativa, sendo necessário um estudo com maior tempo de cultivo, na tentativa de viabilizar o retorno econômico do projeto. Estudando a viabilidade econômica da macieira no Rio Grande do Sul, Fett e Waquil (2001) apresentaram taxas internas de retorno variando de 0,79% a 3,01 a.m., o que, de acordo com Tsukamoto Filho et al. (2003), fornece segurança a este investimento, e taxas de desconto maiores que estas inviabilizam a cultura, sendo melhor investir em outras alternativas potencialmente mais rentáveis.

Os tratamentos com as doses de sulfato de amônio não apresentaram diferença estatística significava ($p < 0,05$) na produtividade. Assim, o aumento do uso de sulfato de amônio causou decréscimo na TIR em relação às lâminas de água aplicadas, em que ocorreu diferença estatística significativa ($p < 0,05$) na variável produtividade. Fixando a menor dose de sulfato de amônio ($90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$) e a média da produtividade alcançada no tratamento L4 (110% da ETo), a Taxa Interna de Retorno foi de 2,81% a.m. As diferenças entre os tratamentos estão diretamente relacionadas às condições físicas da cultura (produtividade) e do aporte financeiro da Caliman em aplicar tecnologia na fazenda, que se traduzem nos tratos culturais interligados de lâmina de irrigação dispensados à cultura. Este manejo apresenta impacto positivo, até um limite de água aplicado, sobre os indicadores (VPL e TIR) na avaliação de lâmina de irrigação e, conseqüentemente, na lucratividade do empreendimento.

Com relação à adubação nitrogenada, a dose mínima aplicada (N1) apresentou-se suficiente de acordo com o VPL e a TIR, tendo um decréscimo nos indicadores com o aumento desse insumo. Tais resultados indicam que as tecnologias adotadas na fazenda são econômica e financeiramente viáveis.

Avaliando a viabilidade econômica, num horizonte de cultivo de 25 meses, em três lotes de cultivo convencional da cultivar Golden, em que foi utilizado sistema de irrigação do tipo localizado por gotejamento, observou-se que o manejo da Fazenda apresentou valores de VPL e TIR positivos (Tabela 5), o que viabiliza o manejo adotado na Fazenda.

Tabela 5. Valor Presente Líquido, com horizonte de planejamento comum de 25 meses, e Taxa Interna de Retorno para o cultivo de mamão, em três áreas distintas na Fazenda Caliman Agrícola.

Lote	Valor Presente Líquido				TIR
	Taxa de desconto (%)				
	0,95%	0,80%	0,64%	0,49%	
STZ-60	5880,90	6746,31	7658,57	8621,15	2,15%
STZ-61	3080,94	3793,43	4544,81	5337,98	1,68%
STZ-62	7944,07	8796,83	9695,19	10642,50	2,69%

*Taxas de descontos mensais proporcionais a 12, 10, 8 e 6% a.a., respectivamente.

**Valor Presente Líquido calculado para um horizonte de 25 meses, tempo médio de lavoura na Fazenda Caliman.

Entretanto, os tratamentos L4N1 e L4N2 (sistema de irrigação localizada por microaspersão) do experimento com a cultivar Golden apresentaram valores de TIR e VPL superiores para um horizonte de planejamento de 20 meses, de acordo com os dados aprestados na Tabela 3. A adoção dessa tecnologia poderá gerar lucros maiores ao manejo adotado na Fazenda.

Pela análise de sensibilidade, observou-se que o preço do produto foi o item que apresentou maior impacto sobre o VPL e a TIR. Notou-se que a redução de 10% no preço do mamão provocaria um decréscimo no VPL (percentagem) de 81,8% (L1N4) e 43,6% (L4N1), para a cultivar Golden (Tabela 6). No híbrido UENF Caliman 01 (Tabela 7), esta variação seria de 15,9% (L1N1) e 95,6% (L3N3). Em seguida, o sulfato de amônio (SA) obteve maior impacto dentro dos itens variáveis do experimento. O acréscimo de 10% no custo da irrigação (I) apresentou o menor impacto dentre as variáveis estudadas. A variação na Taxa Interna de Retorno foi de 0,01 a 0,71% (L1N4) e 0,02 a 0,86% (L4N1), para a cultivar Golden. No híbrido UENF Caliman 01, esta variação foi de 0,01 a 0,41%, no tratamento L1N1, e de 0,01 a 0,76% no L3N3.

Tabela 6. Diminuição no VPL (0,49% a.m.) e TIR no sistema cultivo de mamão decorrente de variação desfavorável de 10% (elevando itens de custo experimentais e reduzindo o preço do produto), para a cultivar Golden.

Índices	Golden					
	L1N4			L4N1		
	I	SA	PP	I	SA	PP
VPL (R\$)	-631,50	-983,42	-3164,82	11460,43	11431,80	8026,89
* (%)	-8,81	-41,44	-81,80	-0,60	-0,85	-43,63
TIR	-0,32%	-0,22%	-0,37%	3,40%	3,40%	2,56%
**Variação	-0,01%	-0,11%	-0,71%	-0,02%	-0,02%	-0,86%

*Variação percentual; e **Variação pontos percentuais.

Tabela 7. Diminuição no VPL (0,49% a.m.) e TIR no sistema cultivo de mamão decorrente de variação desfavorável de 10% (elevando itens de custo experimentais e reduzindo o preço do produto), para híbrido UENF Caliman 01.

Índices	UENF Caliman 01					
	L1N1			L3N3		
	I	SA	PP	I	SA	PP
VPL	-6103,64	-6142,92	-7213,67	4915,36	4714,47	2534,68
* (%)	-0,61	-1,24	-15,90	-0,89	-5,19	-95,64
TIR	-1,59%	-1,60%	-1,98%	2,05%	1,99%	1,30%
**Variação	-0,01%	-0,03%	-0,41%	-0,01%	-0,08%	-0,76%

*Variação percentual, e **Variação pontos percentuais.

A análise de sensibilidade realizada mostra que a redução nos preços de comercialização do mamão elimina gradativamente a viabilidade de implementação dos diferentes sistemas de cultivo. O sistema com os piores resultados na análise de investimento é o primeiro a tornar-se inviável e assim sucessivamente. A análise apresentada, considerando-se coeficientes e custos por hectare para comparar os sistemas de cultivo, ou seja, sem considerar os efeitos de escala de produção, levanta dúvidas sobre as consequências nos resultados de uma análise por estabelecimentos de tamanhos variáveis. Isso demonstra novo contexto que pode ser avaliado na análise econômica de um ou mais dos sistemas de cultivo pesquisados (FETT; WAQUIL, 2001).

Os itens analisados pela distribuição triangular foram: custo irrigação (mm), doses de sulfato de amônio (kg), produtividade ($t\ ha^{-1}$) e preço do produto (R\$). A distribuição de frequência triangular acumulada, obtida pela simulação com o método de Monte Carlo, mostra as probabilidades de que o projeto venha a reduzir certos valores especificados. Observou-se que a probabilidade de o produtor obter um VPL negativo foi de 63,2 e 81,4% para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente, no horizonte de cultivo de cada experimento, com taxa de atratividade de 0,49% a.m. (Figura 1).

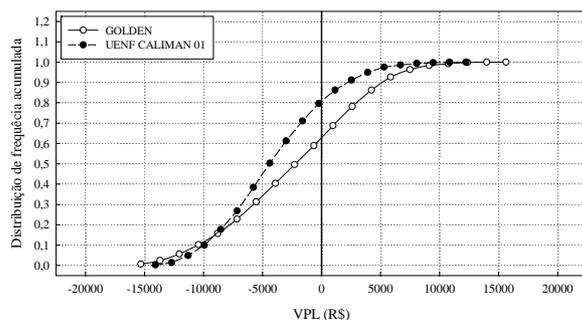


Figura 1. Distribuição de probabilidade acumulada do Valor Presente Líquido para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01.

O preço do produto foi o item cuja variação teve maior impacto sobre a rentabilidade das culturas analisadas. Esse resultado, associado à estrutura e às características do mercado de produtos agrícolas, que conferem grande instabilidade aos preços recebidos, resulta em elevado risco envolvido no cultivo comercial do mamão no Norte do Espírito Santo. Nesse sentido, a comercialização apresenta-se como um dos principais problemas para a cultura do mamão, e a forma de amenizar as instabilidades de preço pago ao produtor é o processo de agroindustrialização e exportação do produto, visto

que os mercados europeu e norte-americano são grandes consumidores do mamão. É válido salientar que na região encontra-se uma indústria de sucos e beneficiamento de polpa, o que resultaria em uma alternativa de comercialização. Para os produtores de mamão é importante não só produzir com eficiência, mas estarem ligados a um esquema de comercialização capaz de garantir o escoamento do produto; assim como para os intermediários comerciais é muito importante salientar o uso adequado das diversas técnicas de processamento pós-colheita, proporcionando menores perdas com maior lucratividade em seus negócios.

Além de assegurar maior estabilidade de renda e menores riscos inerentes ao mercado, como vantagens adicionais, esse processo ocasionaria a garantia de assistência técnica, a incorporação de novas tecnologias de produção, entre outros. Entretanto, não deve ser desconsiderado que as vantagens advindas desse processo podem ser anuladas em razão dos conflitos entre agricultores e agroindústrias. Para o produtor, especificamente, situações desfavoráveis podem ocorrer nos casos de manipulação, pelas agroindústrias, dos padrões de qualidade para regular preço e entrega, de utilização da recepção tardia para reduzir o preço, ou de defasagem na correção dos preços previstos nos contratos (PONCIANO et al., 2004).

Conclusão

Os resultados da análise de investimento, utilizando o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, indicaram o cultivo com lâmina de irrigação referente a 110% da evapotranspiração de referência, associado à dose de sulfato de amônio de $90\ kg\ ha^{-1}\ mês^{-1}$, como o mais apropriado economicamente para a cultivar Golden, nas condições do Norte do Espírito Santo. Para o híbrido UENF Caliman 01, o tratamento indicado é 90% da evapotranspiração de referência, combinado com a dose de sulfato de amônio igual a $188\ kg\ ha^{-1}\ mês^{-1}$.

O manejo da Fazenda Caliman apresenta valores positivos de Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno, o que viabiliza a comercialização do mamão. Entretanto, a adoção de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio adequadas pode maximizar o lucro na Fazenda.

A análise de sensibilidade indica que se deve atentar para particularidades dos preços pagos pelo produto, seguidas das doses de sulfato de amônio com maiores impactos dentro dos itens variáveis no cultivo do mamão.

Deve-se ter especial atenção e preocupação no momento da colheita, pois esta é a última etapa do processo produtivo e a primeira etapa da comercialização, influenciando significativamente a qualidade e durabilidade dos frutos. Sugere-se, para próximos trabalhos, que se realize uma análise comparando outros insumos que podem influenciar a produção e sobre outros aspectos da cultura que alterem a planilha de custo, como uso de herbicidas e outros fertilizantes.

Agradecimento

Os autores agradecem à Faperj a concessão da bolsa ao primeiro autor; ao Finep - Ação Transversal - Cooperativos no 02/2004 Fase II, o financiamento do projeto de pesquisa; à Fazenda Caliman Agrícola S.A., a disponibilidade da área experimental.

Referências

- AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio; Agros, 2007.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, F. T.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; 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**, v. 24, n. 3, p. 675-683, 2004.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- ESPERANCINI, M. S. T.; PAES, A. R.; BICUDO, S. J. Análise de rentabilidade e risco na produção de milho verão, em três sistemas produtivos, na região de Botucatu, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 8, p. 25-33, 2004.
- FETT, M. S.; WAQUIL, P. D. Análise econômica de sistemas de cultivo de macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 1, p. 69-73, 2001.
- FONTNOUVELLE, P.; DEJESUS-RUEFF, V.; JORDAN, J. S.; ROSENGREN, E. S. Capital and risk: new evidence on implications of large operational losses. **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 38, n. 7, p. 1819-1846, 2006.
- LIMA, E. A. A.; COELHO, F. C.; BASTIANI, M. L. R.; GOLYNSKI, A.; PONCIANO, N. J.; LIMA, A. A. Avaliação econômica e de risco da produção de soja (*Glycine max.* (L) Merrill) em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) na região Norte Fluminense. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 403-409, 2007.
- LYRA, G. B.; SEDIYAMA, G. C.; LYRA, G. B.; PEREIRA, A. R.; SOUZA, E. F. Evapotranspiração da cultura de cana-de-açúcar na região de Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas: coeficiente da cultura "único" padrão boletim FAO-56. **STAB**, v. 25, n. 3, p. 40-43, 2007.
- MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A. Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 719-727, 2005.
- MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no Estado do Piauí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 139-145, 2008.
- NOGUEIRA, E. Análise de Investimentos. In: BATALHA, M. O. (Ed.). **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1999. v. 2, p. 223-288.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987.
- PERES, A. A. C.; SOUZA, P. M.; MALDONADO, H.; SILVA, J. F. C.; SOARES, C. S.; BARROS, S. C. W.; HADDADE, I. R. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes-RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1557-1563, 2004.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. **Análise econômica de tentativas tecnológicas para o cultivo do mamão (*Carica papaya* L.) irrigado na Região Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2001.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 4, p. 615-635, 2004.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; GOLYNSKI, A. Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas cosmosus* L.) cultivar perola na região Norte Fluminense. **Caatinga**, v. 19, n. 1, p. 82-91, 2006a.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; GOLYNSKI, A. Avaliação econômica da produção de maracujá (*Passiflora edulis Sims* f.) na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Economia e Desenvolvimento**, v. 18, n. 1, p. 16-32, 2006b.
- SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, A. B. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 689-694, 2003.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de Teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

Received on April 16, 2008.

Accepted on September 16, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.