

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE MAMÃO FERTIRRIGADO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO

VALDEIDES MARQUES LIMA¹; JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR²;
ANTONIA BENEDITA DA SILVA BRONZE³; EUGÊNIO FERREIRA COELHO⁴;
ROSSINI DANIEL⁵ E LIDIANE DE SOUZA SILVA⁶

¹Extensionista rural I da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA), BR 316, km 12, 67.200-970, Marituba, Pará, Brasil, valdeides.lima2017@gmail.com.

²Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capanema, Rua Barão de Capanema Centro, 68700-700, Capanema, Pará, Brasil, joaquim.junior@ufra.edu.br.

³Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém, Avenida Presidente Tancredo Neves, Terra Firme, 66077-830, Belém, Pará, Brasil antonia.silva@ufra.edu.br

⁴Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), Rua Embrapa S/N, Chapadinha, 44380000 - Cruz das Almas, Bahia, Brasil, eugenio.coelho@embrapa.br.

⁵Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Paragominas, Rodovia PA-256, Nova Conquista, 68627-451, Paragominas, Pará, Brasil rossini.daniel@ufra.edu.br

⁶Extensionista rural I da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA), BR 316, km 12, 67.200-970, Marituba, Pará, Brasil, lidiagro@hotmail.com.

1 RESUMO

O Brasil possui uma atuação de destaque no mercado nacional e internacional de produção de mamão. Para otimizar esta produção, faz-se necessário o uso de tecnologias como a de fertirrigação. Todavia, compreender a viabilidade econômica de tal tecnologia é de suma importância para estimular seu uso. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo do mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio. A fertirrigação ocorreu por meio de sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores apresentando vazão de 1,4 L h⁻¹. O experimento foi instalado em Igarape-açú, no nordeste do Pará. A metodologia utilizada para aferir a viabilidade econômica do cultivo de mamão fertirrigado é uma adaptação de trabalhos anteriores. A partir da análise realizada, verificou-se que o uso da fertirrigação por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, aplicando-se uma dose de 480 kg K₂O ha⁻¹, resultou em fluxo de caixa com valor presente líquido (VPL) de R \$ 27.806,33, uma taxa interna de retorno (TIR) de 48,10% e uma relação benefício/custo (B/C) de 2,01. Portanto, para um hectare de mamão fertirrigado com doses de potássio, nas condições edafoclimáticas observadas, a produção com adoção da tecnologia fertirrigação por gotejamento, constitui-se numa opção viável.

Palavras-chave: fruticultura, lucratividade, quimificação, fertirrigação.

LIMA, M. L.; LIMA JUNIOR, J. A.; BRONZE, A. B. S.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.;
SILVA, L. DE S.
ECONOMIC FEASIBILITY OF FERTIGATED CULTIVATION OF PAPAYA
SUBMITTED TO DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM

2 ABSTRACT

Brazil has an outstanding performance in the national and international market of papaya production. To optimize this production, the use of technologies such as fertigation is necessary. However, understanding the economic viability of this technology is of paramount importance to stimulate its use. In this context, the objective of this study was to evaluate the economic viability of fertigated papaya under different doses of potassium. Fertigation was done by drip irrigation system, with drippers presenting a flow rate of 1.4 L h^{-1} . The experiment was installed in Igarape-açu, in the northeast of Pará. The methodology used to assess the economic viability of fertigated cultivation of papaya is an adaptation of previous works. From the analysis performed, it was found that the use of fertigation through a drip irrigation system, applying a dose of $480 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$, resulted in a cash flow with a net present value (NPV) of R\$ 27,806.33, an internal rate of return (IRR) of 48.10%, and a benefit/cost ratio (B/C) of 2.01. Therefore, for one hectare of fertigated papaya with doses of potassium, under the observed edaphoclimatic conditions, the production with the adoption of the drip fertigation technology, it constitutes in a viable option.

Keywords: fruit growing, profitability, chemigation, fertigation.

3 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma atuação de destaque no mercado nacional e internacional de produção de mamão, sendo o segundo maior produtor e exportador da fruta, principalmente para países da Europa, sendo seu cultivo encontrado em sistemas produtivos por todas as regiões do país (PÁDUA, 2019). As principais áreas de produção são encontradas no sul do estado da Bahia e norte do estado do Espírito Santo, com produtividade estimadas em $40,5 \text{ t.ha}^{-1}$ e $58,7 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

Assim, as práticas e adoções de novas tecnologias vêm para contribuir no aumento produtivo da cultura do mamoeiro. Destaca-se que, a fertirrigação (aplicação de fertilizantes via irrigação) é uma tecnologia com potencial para corrigir o déficit hídrico no solo, mantendo conjuntamente um fluxo de água e nutrientes, em doses balanceadas e constantes, das raízes para a parte aérea da planta. A manutenção desse sistema em equilíbrio contribui significativamente com o crescimento, desenvolvimento, floração e

frutificação da planta, gerando uma elevada produtividade e melhor qualidade do fruto (COELHO *et al.*, 2014).

Contudo, apesar dos inúmeros benefícios associados ao uso de sistemas de irrigação em distintos sistemas agrícolas, faz-se necessário também ter conhecimento dos fatores econômicos atribuídos a essa tecnologia. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de estudos e análises prévias a serem executadas com intuito de buscar rendimentos maiores que os custos de implantação do sistema, conhecendo, dessa maneira, os riscos e a estimativa de rentabilidade da implementação da irrigação ou fertirrigação em sistemas produtivos (FEITOSA *et al.*, 2018; VILLAS BOAS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2010; ALMEIDA *et al.*, 2004).

Segundo Lyra *et al.* (2010), Silva *et al.* (2007), os sistemas de irrigação necessitam de altos investimentos iniciais, atrelados principalmente a intensa utilização de insumos, compra de equipamentos, transporte e mão de obra operacional, sendo imprescindível um estudo de viabilidade econômica sobre todos os elementos contidos no sistema.

Nesse sentido, estudos e estimativas realizadas orientam o produtor na tomada de decisão, principalmente, em conjunto com a determinação da rentabilidade do sistema e as análises de riscos e sensibilidade da produção, tornando o processo mais eficiente (ALMEIDA *et al.*, 2017; LYRA *et al.*, 2010). Em suma, a execução de uma análise de viabilidade econômica permite ao produtor ou a um grupo de produtores, o entendimento de todos os custos e valores envolvidos no processo produtivo permitindo aos mesmos aferir se o retorno é satisfatório e o projeto é viável (AZEVEDO; ALVES; LACERDA, 2018).

De forma complementar, enfatiza-se que os estudos que determinam a viabilidade econômica e a eficiência no aumento da produtividade de uma cultura com a incorporação de doses de N e K (nitrogênio e potássio) no sistema produtivo, em sua maioria, são baseados no processo convencional de adubação, diretamente ao solo.

Embora, a fertirrigação, que consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação, venha se estabelecendo como uma das técnicas de adubação mais promissoras, principalmente para o aumento da eficiência e diminuição de custos, ela ainda é uma tecnologia com baixa utilização na região Norte do Brasil. Dessa forma, estudos sobre as aplicações de adubo via fertirrigação e suas quantidades ideais precisam ser executados em áreas produtoras brasileiras (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo de mamão fertirrigado por sistema de irrigação por gotejamento com diferentes doses de potássio na região de Igarapé-Açu, nordeste do Pará, Brasil.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da viabilidade econômica da cultura do mamão fertirrigado foi realizado a partir dos dados levantados em um estudo de campo estabelecido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, nas coordenadas geográficas: 01°07'33" de latitude Sul, 47°37'27" de longitude oeste e altitude de 55 m, município de Igarapé-Açu, estado do Pará.

O sistema de irrigação utilizado foi gotejamento, sendo o mesmo planejado e dimensionado para um hectare. O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados (DBC), utilizando quatro tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de percentuais (50, 100, 150 e 200%) da quantidade recomendada de potássio, os quais, com base na análise de solo, somaram o valor de 160, 320, 480 e 640 kg K₂O ha⁻¹, respectivamente, sendo representados respectivamente como: K160, K320, K480 e K640. A aplicação dessas doses de potássio foi realizada via fertirrigação, utilizando um tanque de 50 litros de capacidade, o qual foi conectado à linha de sucção de um conjunto motobomba centrífuga de 1,5 cv. No preparo da solução nutritiva, foram utilizados: ureia, MAP purificado (fosfato monoamônico cristal) e nitrato de potássio. A adubação via água de irrigação iniciou após a sexagem, a qual ocorreu aos seis meses após o plantio. Durante a fase de aplicação da fertirrigação, a adubação foliar foi mantida, porém com uma aplicação a cada 30 dias (COELHO *et al.*, 2014).

As parcelas experimentais, com dimensões de 4 m de largura por 7 m de comprimento, foram sistematizadas com duas linhas de plantas; portanto, a área útil apresentou um espaçamento de 2 x 2 x 4 m. As plantas foram dispostas de forma alternada entre as fileiras duplas, sendo essas compostas por um total de sete plantas, das quais foram marcados três espécimes, com

as quais obteve-se os dados de produtividade.

A modalidade de custos analisada neste trabalho corresponde aos gastos totais (custo total) por hectare de área cultivada do mamão, abrangendo os custos fixos e variáveis do processo produtivo levando em consideração os valores praticados na mesorregião do Nordeste paraense.

Assim, os componentes de manejo e produção tiveram os seus custos calculados em reais (R\$), com base em pesquisa de preços no mercado local, referentes a janeiro de 2020. Tais dados de mercado foram utilizados para o cálculo dos custos fixos e variáveis para o cultivo de 1 ha de mamão fertirrigado nas condições adotadas no desenvolvimento da unidade experimental aqui apresentada, por um período compreendido desde o preparo da área, o qual ocorreu em maio de 2018, até a última colheita, ocorrida na primeira semana de fevereiro de 2020.

A metodologia utilizada neste trabalho foi adaptada de Reis (2007), Sousa (2017) e Mendonça *et al.* (2009). A metodologia de Reis (2007) nos permitiu aferir a viabilidade econômica do projeto com base na receita média, enquanto a metodologia utilizada por Sousa (2017) e Mendonça *et al.* (2009), nos permitiu analisar a viabilidade econômica baseada na rentabilidade líquida alcançada com base nos custos total de produção e rentabilidade total. A partir do estabelecimento desses fatores, foi possível compreender o nível de lucratividade e a relação custo-benefício.

O uso da metodologia de Reis (2007) neste trabalho, justifica-se por ela permitir uma análise comparativa com a metodologia de Sousa (2017) e Mendonça *et al.* (2009), dessa forma, ambas podem funcionar de forma somativa e não excludente, enriquecendo a análise realizada.

Em suma, a partir da elaboração do projeto de fertirrigação, analisou-se a viabilidade técnica-econômica da implantação do sistema de irrigação

localizada por gotejamento referente ao custo por ha. O orçamento, referente à lista de materiais do projeto, foi calculado com valores de mercado especializado em irrigação.

Sousa (2017) e Mendonça *et al.* (2009) utilizaram para estabelecer a rentabilidade e, portanto, a viabilidade de uma alternativa de investimento, os seguintes indicadores financeiros de viabilidade de projetos: valor presente líquido (VPL); taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício/custo (B/C).

A leitura em Sousa (2017) permite entender que o VPL se refere ao valor atual de um fluxo de caixa com investimentos, considerando os custos e receitas futuros, descontado a taxa de juros determinada pelo mercado, calculada a partir do somatório das receitas, descontado do somatório dos custos, ambos trazidos para o presente. O VPL foi calculado pela Equação 1.

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{FC}{(1+r)^n} \quad (1)$$

Em que: VPL é o valor presente líquido; FC representa saldos dos fluxos de caixa; n representa o período; e r é a taxa de desconto utilizada.

Enquanto, a TIR para Mendonça *et al.* (2009) se constitui na taxa de desconto interna do projeto que torna nulo o valor atual do investimento, sendo calculada pela Equação 2.

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{FC}{(1+r)^n} = 0 \quad (2)$$

Em que: VPL é o valor presente líquido; FC representa saldos dos fluxos de caixa; n representa o período; e r é a taxa de desconto que torna o VPL igual a 0.

Já a relação benefício/custo é definida pelo quociente entre o valor atual das entradas e o valor atual das saídas, ou

seja, pelo quociente entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos, inclusive os investimentos (SOUSA, 2017; MENDONÇA *et al.*, 2009). A relação benefício/custo foi calculada pela Equação 3.

$$B/C = \sum_{i=0}^n \frac{\frac{R}{(1+r)^i}}{\frac{D}{(1+r)^i}} \quad (3)$$

Em que: B/C representa a relação benefício/custo; R são as receitas em cada período; n representa o período; r é a taxa de desconto; e D são as despesas em cada período;

O custo de produção, proposto por Reis (2007), foi estimado usando um procedimento econômico que considera o cálculo da depreciação (Equação 4) e o custo alternativo. Para o cálculo de depreciação, foi adotado o prazo de 18 meses (tempo de coleta de dados no campo), como custo alternativo, foi adotado o custo necessário para a substituição dos bens de capital (nesse caso, os bens de capital foram o sistema de irrigação e a calagem) quando tornados inúteis, para o sistema de irrigação, adotou-se uma vida útil de 10 anos.

$$D = \left(\frac{Va - Vr}{Vu} \right) * P \quad (4)$$

Em que: D é a depreciação (R\$); Va é o valor atual do recurso (R\$); Vr é o valor real de residual (valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade) (R\$); Vu é a vida útil (período em que determinado bem é utilizado na atividade) (anos); e P é o período de análise (anos).

Na verificação da viabilidade econômica do empreendimento em questão foi estabelecido para o cálculo do custo alternativo fixo, a taxa de juros de 5% a.a., sendo calculado pela Equação 5.

$$CA_{fixo} = \left(\frac{Vu - I}{Vu} \right) * Va * Tj * P \quad (5)$$

Em que: CA_{fixo} é o custo alternativo fixo (R\$); Vu é a vida útil (anos); I é a idade média do uso do bem (anos); Va é o valor atual do recurso (R\$); Tj é a taxa de juros (decimal); e P é o período de análise (anos).

Buscando simplificar o cálculo do CA_{fixo} , a idade média de uso dos recursos fixos foi considerada como sendo 50% da vida útil (Vu), o que resulta na metade do valor atual do recurso (Va), multiplicado pela taxa de juros (Tj) e pelo período de análise (P), conforme a Equação 6.

$$CA_{fixo} = \left(\frac{Va}{2} \right) * Tj * P \quad (6)$$

Em que: CA_{fixo} é o custo alternativo fixo (R\$); Va é o valor atual do recurso (R\$); Tj é a taxa de juros (decimal); e P é o período de análise (anos).

Para o cálculo do custo alternativo variável, foi considerada a taxa de juros de 5% a.a., conforme a Equação 7.

$$CA_{var} = \frac{V_{gasto}}{2} * Tj \quad (7)$$

Em que: CA_{var} é o custo alternativo variável (R\$); V_{gasto} é o desembolso financeiro realizado pelo produtor para aquisição do insumo e serviços necessários para a produção agrícola (R\$); e Tj é a taxa de juros (decimal).

Os custos fixos não são facilmente alterados no curto prazo de tempo, são eles que determinam a capacidade de produção. Para realizar os cálculos, foram somados a depreciação e o custo alternativo do fator produtivo. Os itens considerados para a análise foram: a) terra: partindo da premissa de que o agricultor adotará um manejo de solo adequado, não ocorrerá depreciação. Com isto, o valor considerado foi o custo

alternativo com base no aluguel de R\$ 1.760,00 para um hectare no período de 2 anos; b) calagem: os gastos com calagem na área experimental foram de R\$ 272,80 por hectare, com vida útil de 2 anos; c) sistema de irrigação localizada: o valor gasto na implementação e manutenção do sistema de irrigação na área experimental em 2 anos foi de R\$ 1.350,00 por hectare, o qual representa o valor proporcional a vida útil de 10 anos; e d) imposto territorial rural (ITR): este recurso não é alterado em um curto prazo, seu valor é constante durante o ano. Conforme Silva e Barreto (2014), o valor praticado no Pará é de R\$ 0,12 por hectare durante um ano.

Os resultados encontrados para os custos variáveis, basearam-se na soma do custo alternativo adicionado ao valor de cada produto ou serviço adquirido. Os recursos variáveis e formas de operacionalizações utilizados foram: a) insumos: adubos minerais e composto orgânico, herbicida, acaricida, inseticida, fungicida e espalhante adesivo. As quantidades utilizadas para os cálculos basearam-se nas quantidades e tipos utilizados no experimento; b) valor da muda: na aquisição de 2.000 unidades (considerando-se 20% a mais, visando garantir as mudas necessária ao transplante), o gasto por hectare é de R\$ 2.000,00; c) mão de obra: refere-se às diárias necessárias para a realização de atividades operacionais, como: produção de mudas, implantação da cultura no campo, tratamentos culturais, controle de pragas e doenças, operacionalização do sistema de irrigação, colheita, transporte e armazenamento; d) despesas com máquinas e implementos: gastos com aluguel de máquinas e implementos utilizados nas atividades de preparo da área, calagem, adubação e transporte no período da colheita em função das quantidades produzidas em cada tratamento; e) despesas com administração: refere-se à mão de obra especializada durante a implantação e o ciclo vegetativo da cultura e os impostos, adotando-se o valor de 2,3% da receita total

produzida, que o percentual recomendado no Manual de Crédito Rural (CMR) adotado pelas empresas de assistência técnica e extensão rural na elaboração e prestação de assistência técnica em projetos do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); f) despesas gerais: neste grupo está a aquisição da sacaria para condicionamento dos frutos colhidos, realizada com base na produtividade média de cada tratamento; g) energia: o custo com energia foi calculado conforme a Equação 8 (MENDONÇA, 2009); e h) custo alternativo: a cada item dos recursos variáveis, foi considerado uma taxa de juros real de 5% a.a., essa taxa foi considerada em virtude dos juros cobrados para o financiamento via Pronaf.

$$CE = V_{kWh} * T * \left(\frac{736 * Pot}{1000 * \eta} \right) \quad (8)$$

Em que: CE é o custo com energia (R\$); V_{kWh} é o valor do kWh em (R\$); T é o tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h); Pot é a potência do conjunto motobomba (cv); e η é a eficiência do conjunto motobomba.

Ao realizar a soma entre o custo operacional total (CopT) e o alternativo, obteve-se o custo econômico da produção do mamão fertirrigado. O custo operacional total foi dividido em custo operacional fixo (CopF), composto pelas depreciações, e custo operacional variável (CopV), constituído de desembolsos, esses, ao serem somados, resultam no custo operacional total.

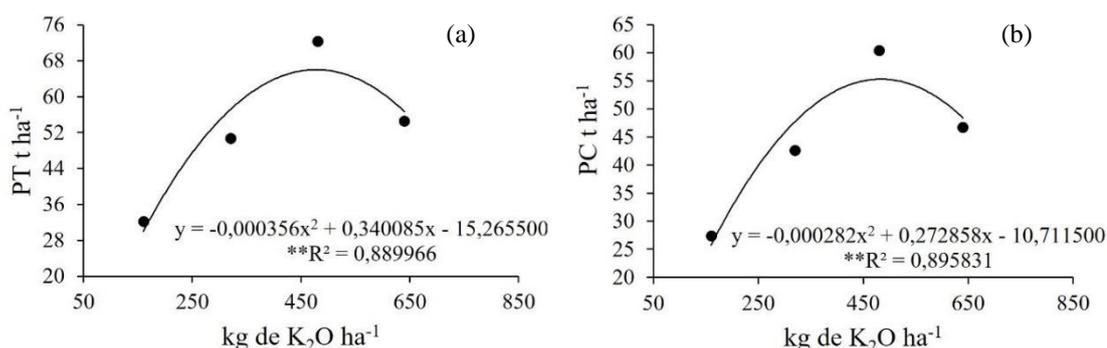
Para a realização da análise econômica simplificada da atividade produtiva, foi adotado o preço ou receita média, que comparado com o custo total médio (CTMe), possibilitou a conclusão com relação a viabilidade econômica da atividade. Na análise desse custo de produção, foram consideradas as situações econômicas e operacionais da atividade produtiva proposta por Reis (2007).

Neste estudo, as quantidades adotadas dos itens que foram utilizados no sistema de produção foram multiplicadas pelo valor de cada item conforme uma pesquisa de preço realizada no mercado local no período de janeiro de 2020. O preço adotado para a comercialização dos frutos foi conferido no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Universidade de São Paulo (USP) e na Central de Abastecimento do Pará (Ceasa-PA), o estudo de preço foi realizado em ambas as instituições durante todo ano de 2019, ambos os estudos permitiram a tomada de decisão mais condizente com a realidade local.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram oriundos de 20 colheitas, as quais foram realizadas no período de abril de 2019 a início de fevereiro de 2020 (10 meses e oito dias), todas as colheitas foram mantidas com intervalo de 15 dias entre elas. A partir delas, procedeu-se com a sistematização dos dados para a visualização da produtividade de frutos totais (PT) e produtividade de frutos comerciais (PC), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Representação dos dados de produção, produção total (PT) e produção comercial (PC), em resposta às diferentes doses de potássio, Igarapé-Açu, Pará, abril de 2019 a fevereiro de 2020.



**= 1% de significância.

Fonte: Autores (2022).

Dentro dessa análise (Figura 1), ambas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,0001$), enquanto o valor de F e coeficiente de variação para PT e PC foram 89,92 e 1,48, 37,69 e 4,0, respectivamente. Portanto, os valores de máxima produtividade alcançada, tanto para a variável PT quanto para PC, foram $66,0 \text{ t ha}^{-1}$ com $477,6 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ e $55,3 \text{ t ha}^{-1}$ com $483,8 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$, respectivamente.

Aqui é interessante destacar o valor da produtividade de frutos totais (PT) encontrado. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,

2020), a média nacional de produtividade do mamão entre os anos de 2013 a 2019 foi de $44,0 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto no estado do Pará, a produtividade média ficou no valor de $16,65 \text{ t ha}^{-1}$, e no município de Igarapé-Açu, a produtividade média para esse recorte temporal foi de $20,63 \text{ t ha}^{-1}$. Ao compararmos esses dados, especificamente, o valor de produtividade média do mamão em Igarapé-Açu, com os resultados encontrados neste trabalho, é possível evidenciarmos que houve um aumento de 219% na produtividade total do mamão em Igarapé-Açu quando a cultura foi fertirrigada

com doses de potássio iguais ou superiores a 477,6 kg de K₂O ha⁻¹.

Para a análise aqui proposta, destaca-se que o aumento observado na produtividade do mamão colhido na área experimental em relação à média nacional, estadual e do município que sediou o experimento, pode ser atribuído ao uso da tecnologia de fertirrigação associada à suplementação de potássio, assim como ao manejo e aos tratos culturais e fitossanitário adotados. Tais resultados foram semelhantes ao observado no trabalho de Feitosa *et al.* (2018) e Marinho *et al.* (2008), os quais analisaram as respostas de produtividade e qualidade do fruto de mamão, cultivar Golden, no período de colheita de 11 meses e 21 dias, obtendo uma produtividade de 79,4 t ha⁻¹.

Para o estudo da viabilidade econômica, foi necessário estabelecer o

valor do preço médio do mamão. Nesta perspectiva, adotou-se nos cálculos para a geração da receita, o valor correspondente ao mercado local, o qual ficou em R\$ 1,00 por quilograma, pagos ao produtor, conforme dados acessados na Central de Abastecimento do Pará- Ceasa-PA (2019). Vale destacar que, quando se levou em consideração os principais estados produtores de mamão no Brasil, ano 2019, o valor médio encontrado foi de R\$ 2,59 (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2019).

De forma complementar e diante da necessidade de aferir com exatidão os custos totais para o estabelecimento de 1 ha de mamão fertirrigado, os valores (R\$) correspondentes aos itens que compõem os custos totais de produção do mamão em função dos quatro tratamentos estudados foram sistematizados (Tabela 1).

Tabela 1. Valores em R\$ dos custos fixos e variáveis da produção de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, em R\$ cx⁻¹ de 8 kg, Igarapé-Açu, Pará, maio de 2018 a de fevereiro de 2020.

Custos Fixos e Variáveis	Custos (R\$.ha ⁻¹)			
	K160	K320	K480	K640
Terra	1760,00	1760,00	1760,00	1760,00
Calagem	272,80	272,80	272,80	272,80
ITR	0,12	0,12	0,12	0,12
Sistema de irrigação	1350,00	1350,00	1350,00	1350,00
Custo Fixo Total ¹	3.382,91	3.382,91	3.382,91	3.382,91
Insumos	7355,23	8650,28	9945,28	11240,28
Mão-de-obra	2360,00	2920,00	3080,00	3000,00
Máquinas e implementos	2450,00	2450,00	2850,00	2450,00
Despesas com administração	2305,75	2655,72	3063,65	2749,74
Despesas gerais	2444,80	3586,00	4916,20	3892,60
Energia	733,32	733,32	733,32	733,32
Custo Variável Total	17.649,15	20.995,32	24.588,45	24.065,94
¹ Custo total (CT)	21.032,07	24.378,23	27.971,36	26.448,86
¹ Custo total (R\$ cx ⁻¹)	6,14	4,57	3,71	4,70
Receita Total (R\$ ha ⁻¹)	27424,00	42.640,00	60.376,00	46.728,00
Lucro (R\$ ha ⁻¹)	6.391,93	18.261,77	32.404,64	19.279,14

¹CT reflete tanto para a produção total quanto para o equivalente a uma caixa com 8 kg; ITR= imposto territorial rural; K160= aplicação de 160 kg K₂O ha⁻¹; K320 = aplicação de 320 kg K₂O ha⁻¹; K480= aplicação de 480 kg K₂O ha⁻¹; e K640= aplicação de 640 kg K₂O ha⁻¹.

Fonte: Autores (2022).

A partir dos dados disponibilizados e lançando mão da metodologia de Reis (2007), verificou-se um comportamento crescente dos valores de custo variável total (CVT) em função do aumento das doses de potássio aplicada por tratamento, no entanto, o custo fixo total (CFT) manteve-se sem alteração em função dos tratamentos.

Também vale ressaltar que, o tratamento K480 apresentou um aumento de 12,84% no valor do custo total (CT) quando comparado com o K320, porém destaca-se que o primeiro manteve um acréscimo de 29,37% na produtividade em relação ao tratamento K320, que teve a aplicação de 320 kg ha⁻¹ do potássio recomendado. Por outro lado, ao aumentar a dose de potássio representada pelo K640, o lucro sofreu uma queda de 40,50%, em relação ao K480 (Tabela 1).

O valor da embalagem tipo caixa, correspondente a R\$ 0,60 por unidade, o qual faz parte do item despesas gerais, merece destaque, pois observou-se que conforme a produtividade da cultura aumentou, houve também um aumento na demanda por embalagens, o que aponta para uma relação diretamente proporcional entre frutos e embalagem. Nesses termos, registrou-se para o gasto com embalagens, percentuais que variaram entre 11,65 e 18,42% em relação ao custo operacional variável total (CopVT).

Observar-se que os custos fixos e variáveis da produção de mamão fertirrigado, nos itens insumos e despesas gerais, para os tratamentos K320 e K480, quando somados, representam mais de 50% dos custos variáveis total, com destaque para o tratamento K480, o qual teve o valor correspondente a 52,97% dos custos totais.

Com base nos quatro tratamentos estudados, o item que teve maior

participação nos custos variáveis totais foram os insumos, isso se deve ao fato do valor dos adubos apropriados para fertirrigação ainda serem bem onerosos no comércio local, dessa forma, o nitrato de potássio juntamente com o MAP purificado, corresponderam por 8,55%, 15,24%, 18,71% e 24,93% do valor do CT dos tratamentos K160, K320, K480 e K640, respectivamente. Melo *et al.* (2009), ao trabalhar com batata no perímetro irrigado de Sergipe, também verificaram que os insumos foram a variável mais representativa (60,7%) dos custos de produção. O custo total da produção de mamão fertirrigado nas condições desta pesquisa variou de R\$21.032,07 (K160) a R\$ 27.971,36 (K480), enquanto o percentual de lucro verificado pelo tratamento que obteve maior produtividade (K480) foi de 53,67% em relação a receita total, valores semelhantes foram encontrados por Feitosa *et al.* (2018), que ao analisar os custos e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido nordestino, identificaram como custo total do sistema de produção irrigado, o valor de R\$ 21.888,82 em um hectare, com percentual de lucro igual a 60,8%.

Na análise econômica simplificada, efetuada com base na metodologia adotada por Reis (2007), observa-se que, tanto os custos médios fixos (CFMe) quanto a variável (CVMe) para a produção de uma caixa de 8 kg de mamão, foram diminuídos à medida que o percentual recomendado de adubação potássica aumentou. Todavia, ao chegar no tratamento K640, os valores apresentaram crescimento ascendente, sendo os menores valores de CFMe e CVMe correspondentes respectivamente a R\$ 0,45 cx⁻¹ e R\$ 3,26 (Tabela 2).

Tabela 2. Custos econômicos e operacionais médios¹ da produção de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, em R\$ cx⁻¹ de 8 kg, Igarapé-Açu, Pará, maio de 2018 a fevereiro de 2020.

Tratamentos	CFMe	CVMe	CTMe	CopFMe	CopVMe	CopTMe
K160	0,99	5,15	6,14	0,47	5,15	5,61
K320	0,63	3,94	4,57	0,30	3,94	4,24
K480	0,45	3,26	3,71	0,21	3,26	3,47
K640	0,58	4,12	4,70	0,27	4,12	4,39
Média	0,66	4,12	4,78	0,31	4,12	4,43

¹CFMe= custo fixo médio; CVMe= custo variável médio; CTMe= custo total médio; CopFMe= custo operacional fixo médio; CopVMe= custo operacional variável médio; CopTMe= custo operacional total médio; K160= aplicação de 160 kg K₂O ha⁻¹; K320 = aplicação de 320 kg K₂O ha⁻¹; K480= aplicação de 480 kg K₂O ha⁻¹; e K640= aplicação de 640 kg K₂O ha⁻¹.

Fonte: Autores (2022).

Todos os tratamentos experimentais apresentaram receita média (RMe) superior aos custos totais médios (CTMe), indicando haver situação de lucro econômico supernormal (RMe > CTMe). Essa tendência, segundo Reis (2007) e Vilas Boas *et al.* (2011), implica na seguinte interpretação: o investimento realizado paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona lucro adicional superior à alternativa de mercado utilizada no estudo.

Nesse viés, a tendência a médio e longo prazo é de expansão e entrada de novas divisas para a atividade, atraindo investimentos competitivos. Como o tratamento K480 apresentou menor CTMe, confirma-se que, com a aplicação da dose de 480 kg de K₂O ha⁻¹ no cultivo do mamão via

fertirrigação, obtém-se a maior receita líquida.

Outra questão, a análise vai ao encontro da experiência do autor, a qual permite afirmar que a baixa remuneração paga ao produtor no mercado local se deve ao tipo de sistema produtivo do mamão utilizado na região. Tal sistema produtivo se vale de um baixo uso de tecnologias, o que acaba atuando de forma decisiva para o valor comercial do fruto observado.

Os resultados apresentados na Tabela 3 são referentes aos indicadores: valor presente líquido, taxa interna de retorno e a relação benefício custo, calculados para um período de fluxo de caixa de dois anos em função do período em que o experimento do mamão foi mantido em campo.

Tabela 3. Indicadores de viabilidade econômica para os quatro tratamentos de fertirrigação realizados em Igarapé-Açu, Pará maio de 2018 a fevereiro de 2020.

Tratamentos	Indicadores de Viabilidade Econômica		
	VPL	TIR	Relação B/C
K160	R\$ 4.548,89	15,40%	1,22
K320	R\$ 15.146,44	33,50%	1,63
K480	R\$ 27.806,33	48,10%	2,01
K640	R\$ 15.822,00	31,52%	1,59

VPL= valor presente líquido; TIR= taxa interna de retorno; B/C= relação benefício custo; K160= aplicação de 160 kg K₂O ha⁻¹; K320 = aplicação de 320 kg K₂O ha⁻¹; K480= aplicação de 480 kg K₂O ha⁻¹; e K640= aplicação de 640 kg K₂O ha⁻¹.

Fonte: Autores (2022).

À exemplo da pesquisa desenvolvida por Mendonça *et al.* (2009), os resultados deste trabalho também foram gerados por meio de fluxos de caixa determinísticos, ou seja, considerando-se todas as variáveis (receitas e custos) constantes ao longo do tempo.

Em relação à VPL, o projeto será viável, se apresentar VPL positivo, e inviável se apresentar VPL negativo. Conforme os valores expressos na Tabela 3, todos os tratamentos apresentaram alta viabilidade econômico-financeira, sendo que o tratamento mais promissor foi o K480, apresentando uma VPL positiva de \$ 27.806,33. Essa alta viabilidade do VPL indica que há uma condição de pagamento de todo o capital investido mais os custos operacionais e a taxa de custo de oportunidade sob investimento, considerada como 5% a.a. ao longo do horizonte de dois anos do projeto.

Em relação à TIR, o projeto será viável se ela for superior ao custo de oportunidade ou ao custo de captação do capital. Constatou-se que o tratamento K480 apresentou o maior valor de TIR, enquanto o K160 apresentou o menor (Tabela 3). Deste modo, verifica-se que todos os tratamentos foram altamente viáveis, fato esse a ser considerado no momento da tomada de decisão sobre a implementação ou manutenção de projetos de cultivo de mamão fertirrigado na região deste estudo.

Sobre a relação B/C, enfatiza-se que o critério de decisão utilizado, foi que o

investimento será considerado viável se essa relação for > 1. Nestes termos, pode-se afirmar que dos quatro tratamentos realizados (K160, K320, K480 e K640), o que mais se apresentou viável foi o K480. O resultado dessa relação para o K480 (2,01), implica dizer que para cada R\$ 1,00 gasto no projeto, retorna R\$ 2,01 bruto e R\$ 1,01 líquido.

Borba (2019), ao estudar o cultivo irrigado de mamão na região de Itapuranga no estado de Goiás, concluiu que para todos os cenários avaliados, teve-se o retorno do capital investido, retratando a possibilidade lucrativa do uso da irrigação no cultivo dessa frutífera, esse resultado, de certa forma corrobora com o estudo econômico do cultivo fertirrigado de mamão apresentado neste estudo, o qual indicou a viabilidade e rentabilidade dessa prática para o município de Igarapé-Açu, Pará.

A partir dos resultados encontrados, avaliou-se a correlação entre o custo total para a produção de mamão fertirrigado com potássio e a receita total gerada (Tabela 4), considerando-se dois preços mínimos do Kg do mamão pago ao produtor e a implantação do cultivo em uma área de 1 ha, com o intuito de fornecer uma análise mais pontual e simplificada sobre o mínimo retorno financeiro (lucro) e o custo total para produção de 1 kg de mamão (CT kg⁻¹) (Tabela 4) a fim de melhor embasar a decisão do agricultor, especialmente os agricultores familiares, de investir ou não nessa prática de cultivo.

Tabela 4. Resultado da correlação (Lucro), custo total (CT), receita total (RT) e custo total para produzir 1 kg de mamão (CT kg⁻¹) na produção de mamão fertirrigado com diferentes doses de potássio, considerando-se dois valores pagos ao produtor por kg e a implantação do cultivo em uma área de 1 ha, Igarapé-Açu, Pará, maio de 2018 a fevereiro de 2020.

Tratamentos	Valor R\$ 0,75 kg ⁻¹ pago ao Produtor			Valor R\$ 0,50 kg ⁻¹ pago ao Produtor			CT kg ⁻¹ (R\$)
	CT	RT	Lucro	CT	RT	Lucro	
	Valor em mil (R\$)			Valor em mil (R\$)			
K160	20,4	20,6	0,2	20,2	13,7	-6,5	0,74
K320	23,7	32,0	8,3	23,4	21,2	-2,1	0,55
K480	27,2	45,3	18,1	26,8	30,2	3,4	0,44
K640	27,7	35,1	7,3	27,5	23,4	-4,1	0,59

K160= aplicação de 160 kg K₂O ha⁻¹; K320 = aplicação de 320 kg K₂O ha⁻¹; K480= aplicação de 480 kg K₂O ha⁻¹; e K640= aplicação de 640 kg K₂O ha⁻¹.

Fonte: Autores (2022).

Assim, observando os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que o preço de 0,50 centavos pagos ao produtor no tratamento K480, gerou um lucro de apenas R\$3.343,74. Esse valor pode ser considerado irrisório frente aos custos de investimento, o que permite uma interpretação mais simples por parte do produtor quanto a viabilidade ou não da implantação do cultivo de mamão fertirrigado com doses de potássio.

A receita total verificada nos quatro tratamentos indica a viabilidade econômica da implantação da prática proposta neste estudo em ambas as metodologias empregadas nas análises, utilizando os dados de custos de produção oriundos do experimento em campo, sendo eles projetados para o cultivo em 1ha de área, as receitas foram superiores aos custos de produção, com lucro econômico supernormal RMe > CTMe e VPL positivo. O melhor VPL de R\$ 27.806,33 (Tabela 3), foi obtido no tratamento K480. Além disso, esse tratamento apresentou maior produtividade total e comercial, 57,0 t ha⁻¹ com 425,1 kg de K₂O ha⁻¹ e 51,4 t ha⁻¹ com 454,8 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). Também foi constatado para esse tratamento, que o lucro correspondeu a 53,67% da receita total e que o valor pago ao produtor de R\$ 0,50 apenas apresentou lucro

positivo (R\$3.343,74) para o mesmo. É importante apontarmos que quando comparado aos valores obtidos no K480, o tratamento K640 (correspondente a aplicação de uma maior dose de potássio) resultou em uma redução de 40,50% na taxa de lucro (Tabela 4).

6 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, é possível afirmar que o uso da tecnologia fertirrigação com sistema de irrigação por gotejamento para aplicação de potássio em cultivos de mamão em condições edafoclimáticas próximas a deste estudo, constitui-se uma opção viável e rentável. Para tanto, recomenda-se que seja adotada a aplicação de 480 kg de K₂O ha⁻¹ para a obtenção de receita total anual de R\$ 60.376,00 e lucratividade de R\$ 32.404,64, a qual correspondeu a maior rentabilidade associada à máxima produtividade.

Visualizou-se também que o preço de R\$ 0,50 kg⁻¹, pago ao produtor, apresenta lucratividade apenas com a aplicação de 480 kg de K₂O ha⁻¹, mas a lucratividade (R\$3.343,74) foi considerada muito baixa, o que pode levar à interpretação de que para

localidades em que seja praticado esse preço, o investimento seja inviável.

7 AGRADECIMENTOS

Às instituições Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA), pelo apoio e incentivo ao aperfeiçoamento técnico e profissional. Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia por se constituir num espaço de incentivo ao desenvolvimento de ciência na área agrária do estado do Pará. Por fim, agradecemos aos agricultores e agricultoras familiares da Amazônia que têm sido fator estimulante para o desenvolvimento de estudos na área da fruticultura paraense.

8 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. B. A.; ALVES, E. S.; LACERDA, T. R. **Estudo de Viabilidade Econômica na Agricultura Familiar**. Cruz das Almas: UFRB, 2018. 81 p.

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**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 675-683, 2004.

ALMEIDA, I. B. O.; ROSA, D.; FERREIRA, R.; SILVA, A.; ARAÚJO, M. Viabilidade econômica da implantação de soja e feijão com sucessão de milho no sudeste de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 1241-1249, jan. 2017.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, J. A. L.; BRAGA, D. L.; NOLETO, D. H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento

subsuperficial em cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, União, v. 47, n. 1, p. 76-84, 2012.

VILLAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA JUNIOR, J. A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 781-788, ago. 2011.

BORBA, L. L. **Viabilidade econômica da produção de mamão Havaí irrigado em Goiás**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2019.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. *In*: COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. de.; SILVA, J. G. F. DA; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 15, p. 441-472.

CEASA/PA (Centrais de Abastecimento do Pará) Disponível em: <http://www.ceasa.pa.gov.br/cotacao?page=6> Acesso em 12 de janeiro 2020.

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/estatistica/mamao.aspx> Acesso em 10 de janeiro 2020.

FEITOSA, E. O. Araújo, A. F. B.; Lopes, F. B.; Andrade, E. M.; Bezerra, F. M. L. Análise de custos e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 2293-2304, fev. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v12n100686>. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php>

p/rbai/article/viewFile/686/pdf_441. Acesso em: 11/12/2019.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: SIDRA, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; SOUSA, E. F. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 547-554, 2010.

MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; MONNERAT, M. G.; PEREIRA, P. H. Produtividade e qualidade de frutos de mamão cultivar 'Golden' sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no norte de Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2008.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 119-123, abr./jun. 2009.

MENDONÇA, T. G.; LÍRIO, V. S.; MOURA, A. D.; REIS, B. S.; SILVEIRA, S. F. R. Avaliação da Viabilidade Econômica da Produção de Mamão em Sistema Convencional e de Produção Integrada de Frutas (PIF). **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 699-723, out./dez. 2009.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. E Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro acaiaá considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, set./out. 2010.

PÁDUA, T. R. P. (ed.). **Plano estratégico para a cultura do mamoeiro 2017-2021**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. (Documentos, 228). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1108980/1/Documento228MarcioCantoAinfo.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. 2. ed. Lavras: UFLA: FAEPE, 2007.

SILVA, D. S.; BARRETO, P. **O potencial do imposto territorial rural contra o desmatamento especulativo da Amazônia**. Belém, PA: IMAZON, 2014.

SILVA, M. L.O.; FARIA, M. A. DE; REIS, R. P.; Santana, M. J. DE; Mattioli, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, jan./fev. 2007.

SOUSA, P. G. R. **Produtividade e rentabilidade da forragem de sorgo sob lâminas de irrigação e níveis de cobertura morta em condições semiáridas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 117-124, 2011.