



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**VALDEIDES MARQUES LIMA**

**ANÁLISE PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CULTURA DO**  
**MAMOEIRO FERTIRRIGADO SUBMETIDO À DIFERENTES DOSES**  
**DE POTÁSSIO NO NORDESTE PARAENSE**

**BELÉM-PA**  
**2020**

**VALDEIDES MARQUES LIMA**

**ANÁLISE PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CULTURA DO MAMOEIRO  
FERTIRRIGADO SUBMETIDO À DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO NO  
NORDESTE PARAENSE.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Manejo e Conservação dos Recursos Ambientais, para obtenção de Título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Joaquim Alves de Lima Junior.

**BELÉM-PA  
2020**

---

Lima, Valdeides Marques

Análise produtiva e econômica da cultura do mamoeiro fertirrigado submetido à diferentes doses de potássio no Nordeste Paraense. / Valdeides Marques Lima - Belém, 2021.

78 f: il. color

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.

Orientador: Professor Dr. Joaquim Alves de Lima Junior

1. Fruticultura, fertirrigação, viabilidade econômica, adubação potássica I. Lima Junior, Joaquim Alves de, *orient.* II Título.

---

CDD 631.7

**VALDEIDES MARQUES LIMA**

**ANÁLISE PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CULTURA DO MAMOEIRO  
FERTIRRIGADO SUBMETIDO À DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO NO  
NORDESTE PARAENSE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), na área de concentração em Manejo e Conservação dos Recursos Ambientais para obtenção do título de doutor.

21 de dezembro de 2020.

**Data da Aprovação**

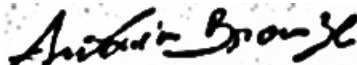
**BANCA EXAMINADORA**



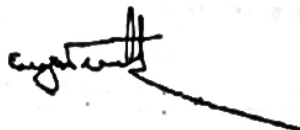
**Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Junior – Presidente  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**



**Prof. Dr. Rossini Daniel – 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**



**Prof. Dr. Antonia Benedita da Silva Bronze – 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**



**Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho – 3º Examinador  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA -EMBRAPA**



**Prof. Dr. Aristóteles Pires de Matos – 4º Examinador  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA -EMBRAPA**

*À Lidiane de Souza Silva, Ana Carolina Silva Tenreiro, Gabriel Augusto Silva Lima e a Maria Elena Silva Lima pela dedicação, paciência, fortalecimento e amor, os quais são a base para enfrentar os desafios com a certeza de que serão alcançados.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora de Nazaré pelo estímulo e a oportunidade de vencer todos os desafios encontrados no cumprimento dessa etapa da minha vida.

Ao meu Pai (in memória) Antonio Marques Lima, do qual herdei valores e princípios que me formam, a cada momento de dificuldades, a certeza de que tudo pode ser motivo de apreender a práxis para uma vida cada vez melhor.

À minha mãe, Helena Pedro de Lima, com sua dedicação materna incondicional.

Ao meu Professor Dr. Orientador Joaquim Alves de Lima Júnior por me conduzir até a busca de conclusão de mais uma etapa profissional.

À Professora Antonia Bronze e toda a sua equipe de discentes por relevantes contribuições tanto na parte prática de campo quanto nas fundamentais orientações de como proceder para que os dados coletados pudessem representar bem os objetivos do experimento, meu muito obrigado.

Ao Professor Dr. Sérgio Antonio Lopes Gusmão por ter contribuído com sua vasta experiência nas decisões da escolha da cultura e na montagem do experimento, manutenção e coleta de dados.

À equipe da FEIGA na pessoa do Engenheiro Agrônomo Arquimedes, pelo apoio.

Aos alunos de graduação em agronomia do Campus Capanema pelas contribuições nas práticas de manejo da unidade experimental, sempre que possível.

À turma de pós-graduação do departamento de solos da UFRA, pois quando sempre precisei, prestaram informações relevantes na construção dessa etapa da tese, em destaque aos colegas Willian Aviz, Ítalo Sampaio e Josué Valente.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA), pelo apoio e por acreditar que com a formação em diferentes níveis e capacidades oportunizará ao extensionista a capacidade de mudar para melhor a realidade de vida do agricultor familiar, por meio da melhoria da qualidade do serviço prestado.

Enfim, a todas as pessoas que eu possa, injustamente ter esquecido, mas que de alguma forma contribuíram para a realização desse objetivo.

## RESUMO

O mamoeiro é uma cultura sensível ao estresse hídrico, bem como é reconhecida como uma cultura bastante exigente em potássio, entretanto ainda são poucas as pesquisas sobre adubação de potássio via água de irrigação na região de realização da pesquisa, além disso tanto o fator água quanto o elemento potássio estão correlacionados com a produtividade, qualidade de frutos e aspectos econômicos do sistema produtivo. Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de potássio via fertirrigação no rendimento e qualidade dos frutos de mamão *Carica papaya L.* Cultivar THB. O experimento foi implantado em campo aberto em agosto/2018 e se estendera até janeiro/2020, na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Igarapé-Açu, Nordeste Paraense. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Distrófico de textura arenosa média. O clima da região é do tipo Ami pela classificação de Köppen, quente e úmido com temperaturas médias anuais de 25 a 32 °C e 2500 mm a 3000 mm de precipitação anual. Os dados climáticos foram coletados com o uso de uma estação meteorológica automática portátil (Vantage Pro2, Davis). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos são constituídos de quatro doses de potássio (160; 320; 480 e 640 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), ambas correspondendo a 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada com base na análise de solo, aplicados na forma de KNO<sub>3</sub> na água de irrigação, juntamente com os demais adubos. O sistema de irrigação adotado é do tipo localizado por gotejamento, composto de uma caixa d'água de 5000 litros, instalada próximo da área do experimento, com um conjunto moto bomba de 1,5 cv. Cada parcela experimental, de 42 m<sup>2</sup>, consta de 7 plantas distribuídas no espaçamento de 2,0x2,0x4,0 m (fileira duplas), das quais foram utilizadas três plantas na coleta de dados. Os dados coletados foram submetidos à ANOVA, teste de Tukey e análise de regressão; as variáveis adotadas foram subdivididas em dois grupos: 1- Dados de produção representado pela produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), número de frutos total (NFT) e número de frutos comercial (NFC); 2 – qualidade física e química dos frutos que foram representados pelas variáveis comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), peso e fruto (PF), potencial de hidrogênio da polpa (pH), acidez titulável total (ATT), sólido solúveis total (SST) e a relação entre acidez titulável total e sólidos solúveis total (ATT/SST). A metodologia utilizada neste trabalho para aferir a viabilidade econômica foi adaptada de Reis (2007), Sousa (2017) e Mendonça et al (2009), a qual permite compreender o nível de lucratividade e relação benefício-custo. A partir da análise realizada é possível afirmar que o uso de tecnologias no sistema de irrigação por gotejamento ao aplicar a dose de 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, o qual resultou em fluxo de caixa com VPL de R\$ 27.806,33, a TIR de 48,10% e B/C de 2,01. Durante os 10 meses de colheita, a produtividade chegou a 57,1 t ha<sup>-1</sup> com 425,1 kg, o número de frutos de 162,3 mil frutos ha<sup>-1</sup> com a dose de 460,4 kg ha<sup>-1</sup>, o peso do fruto atingido foi de 418,6 g e a relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável atingiu o valor de 13,9. E que os custos totais variaram inversamente com relação aos lucros. O melhor desempenho econômico foi identificado ao aplicar 480 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obtendo-se a receita total de R\$ 60.376,00 e lucratividade de R\$ 32.404,64. Portanto, para um hectare de mamão fertirrigado, nas condições edafoclimáticas observadas, se constitui uma opção viável.

**Palavras-chave:** Fruticultura. Viabilidade econômica. Fertirrigação.

## ABSTRACT

Papaya is a crop sensitive to water stress as well as being recognized as a very demanding crop in potassium, however there is still little research on potassium fertilization via irrigation water in the region where the research is carried out, in addition to both the water factor and the potassium element are correlated with productivity, fruit quality and economic aspects of the production system. In this perspective, this work aims to evaluate the effects of different doses of potassium via fertigation on the yield and quality of papaya fruits *Carica papaya* L. Cultivar THB. The experiment was implemented in an open field in August / 2018 and will extend until January / 2020, at the Experimental Farm of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA), in the municipality of Igarapé-Açu, Northeast Paraense. The soil is classified as Dystrophic Yellow Argisol with medium sandy texture. The climate of the region is of the Am type by the Köppen classification, hot and humid with average annual temperatures of 25 to 32 ° C and 2500 mm to 3000 mm of annual precipitation. Climatic data were collected using a portable automatic weather station (Vantage Pro2, Davis). The experimental design adopted was randomized blocks (DBC) with four treatments and four replications. The treatments consist of four doses of potassium (50, 100, 150 and 200% of the recommended). The irrigation system adopted is of the type located by drip, composed of a water tank of 5000 liters, installed near the area of the experiment, with a motor pump set of 1.5 hp., With the irrigation management performed by tensiometry . Each experimental plot, of 42 m<sup>2</sup>, consists of 7 plants distributed in the spacing of 2.0x2.0x4.0 m (double rows), of which three plants were used in the data collection. The collected data were submitted to ANOVA, Tukey test and regression analysis, the variables adopted were subdivided into two groups: 1- Production data represented by total productivity (PT), commercial productivity (PC), total number of fruits (NFT ) and number of commercial fruits (NFC); 2 - physical and chemical quality of the fruits that were represented by the variables length of fruit (CF), fruit diameter (DF), weight and fruit (PF), hydrogen potential of the pulp (pH), Total titratable acidity (ATT), total soluble solids (SST) and the relationship between total titratable acidity and total soluble solids (ATT / SST). The methodology used in this work to assess the economic feasibility was adapted from Reis (2007), Sousa (2017) and Mendonça et al (2009). It allows us to understand the level of profitability and the benefit-cost ratio. In this work, we applied the dose of 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> in an area of one hectare of fertirrigated papaya. It resulted in cash flow with a NPV of R\$ 27,806.33, an IRR of 48.10% and B/C of 2.01. During the ten month harvest period, the papaya yield reached 57.1 t ha<sup>-1</sup>, fruit number was 162.3 thousand fruit ha<sup>-1</sup>, with the dose of 460.4 kg ha<sup>-1</sup>, the weight of the fruit reached was 418.6 g and the ratio between total soluble solids and titratable acidity reached 13.9. That total costs varied inversely with respect to profits. The best economic performance was identified when applying 480 kg of K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obtaining a total revenue of R \$ 60,376.00 and profitability of R \$ 32,404.64. Therefore, from the analysis carried out it is possible to state that the use of technologies in the drip irrigation system is a feasible option considering the area and the observed edaphoclimatic conditions.

**Keywords:** fruit-culture, profitability, fertirrigation



**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Revisão de Literatura</b> .....	<b>12</b>
1.1.1 Importância Socioeconômica da cultura do mamão em nível mundial .....	12
1.1.2. Importância socioeconômica da cultura do mamão a nível Brasil .....	15
1.1.3. Importância Socioeconômica da cultura do mamão em nível de estado do Pará .....	18
1.1.4. A cultura do mamão .....	20
1.1.5 Irrigação .....	31
1.1.6 Cenário da Irrigação no Estado do Pará.....	33
1.1.7 Adubação potássica e fertirrigação .....	33
1.1.8 Viabilidade econômica .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
<b>2 - PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMÃO FERTIRRIGADO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO</b> .....	<b>43</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>43</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>44</b>
<b>2.1 Introdução</b> .....	<b>44</b>
<b>2.2 Material e Métodos</b> .....	<b>46</b>
<b>2.3 Resultados e Discussão</b> .....	<b>51</b>
2.3.1 Análise de variância .....	51
2.3.2 Características climáticas .....	52
2.3.3 Biometria de frutos .....	53
2.3.4 Produtividade e número de frutos .....	54
2.3.5 Qualidade de frutos.....	57
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
<b>3 - VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE MAMÃO FERTIRRIGADO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO</b> .....	<b>62</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>62</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>62</b>
<b>3. 1 Introdução</b> .....	<b>62</b>
<b>3.2 Materiais e Métodos</b> .....	<b>64</b>
<b>3.3 Resultados</b> .....	<b>69</b>
<b>3.4 Discussão</b> .....	<b>75</b>

**3.5 Conclusões.....76**  
**REFERÊNCIAS .....77**

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo Fontes *et. al.* (2012), o Brasil é o primeiro produtor mundial de mamão, com uma produção de 1.650.000 t. ano<sup>-1</sup>, também um dos principais países exportadores, principalmente para o mercado europeu. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar da importância da cultura, foi somente a partir de 1973, com a introdução mamão ‘Havaí’, ‘Papaya’ ou ‘Mamão-da-Amazônia’ que a cultura se expandiu no Brasil (LUCENA, 2017).

De forma complementar, esse autor destaca que as estatísticas indicam que 98% da produção de mamão no país é absorvida pelo próprio mercado interno. A leitura em Lyra et al (2010) destaca que em termos regionais, o Nordeste concentra a maior produção de mamão, seguida da Região Sudeste, seguido das regiões Norte, Sul e Centro-Oeste.

Porém, a demanda de mercado tem apontado para uma expansão da área plantada da cultura do mamão no país. Concomitantemente ao crescimento da importância da cultura, aliada à expansão da área plantada, foram surgindo demandas por pesquisas nas áreas de melhoramento genético, fitossanidade, nutrição, fertilidade do solo, irrigação, manejo da cultura, pós-colheita, entre outras (LUCENA, 2017).

Sobre as exigências de irrigação para a cultura é pertinente citar Marinho et al (2008) ao afirmar que o mamão responde significativamente ao uso de irrigação em regiões onde ocorrem veranicos prolongados, uma vez que a cultura não apresenta rendimentos satisfatórios sem o uso da irrigação. Desta maneira, o manejo da irrigação constitui-se numa técnica de fundamental importância para se alcançar maiores níveis de produtividade da cultura.

Assim, Melo *et. al.* (2020) destaca que o manejo para irrigação deve ser adaptado para priorizar a eficiência no uso da água, focando no desempenho econômico do pomar. Além disso, os autores afirmam que se faz necessário adaptar a prática de irrigação à disponibilidade de água, do solo tipo, das necessidades de cultivo e adotar técnicas de manejo que mitigam as perdas de água por evaporação e percolação.

A informação anterior se constitui o ponto de partida para a realização do trabalho ora apresentado, pois o município de Igarapé-Açu, no estado do Pará, local onde foi realizado o experimento, além de estar em franco processo de expansão da área plantada de mamão, ainda possui pelo menos três meses de alta estiagem. Somado a isto, se tem um plantio de mamão neste município sobre um sistema tradicional, o qual utiliza baixo índice de tecnologia, o que acaba por explicar em grande medida, o baixo nível de produtividade do município nessa cultura.

Aqui é interessante destacar que para obter uma alta produtividade e boa qualidade dos frutos do mamoeiro faz-se necessário atender a um conjunto de fatores, como luz, temperatura,

água, nutrientes, entre outros (MARINHO *et. al.*, 2008). Neste sentido, cita-se Silva (2014) ao afirmar que no Brasil, ainda não se conheceu adequadamente as exigências nutricionais e o comportamento das principais cultivares de mamoeiros, embora vários trabalhos tenham sido realizados com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e a qualidade de frutos em função da aplicação de nutrientes.

De forma complementar, é possível afirmar que as quantidades de nutrientes, exigências hídricas, também não estão totalmente definidas para a região do Nordeste paraense (área do experimento), o que confirma a necessidade de estudos que possam elucidar tais questões.

Assim, se faz necessário que os centros de pesquisas oficiais do Estado brasileiro possam realizar estudos que venham apontar para o uso de novas tecnologias que sejam capazes de promover a maximização da produção da cultura, sem perdas de qualidade, a custos reduzidos, para que os produtores tenham condições de atender às exigências cada vez maiores dos mercados consumidores.

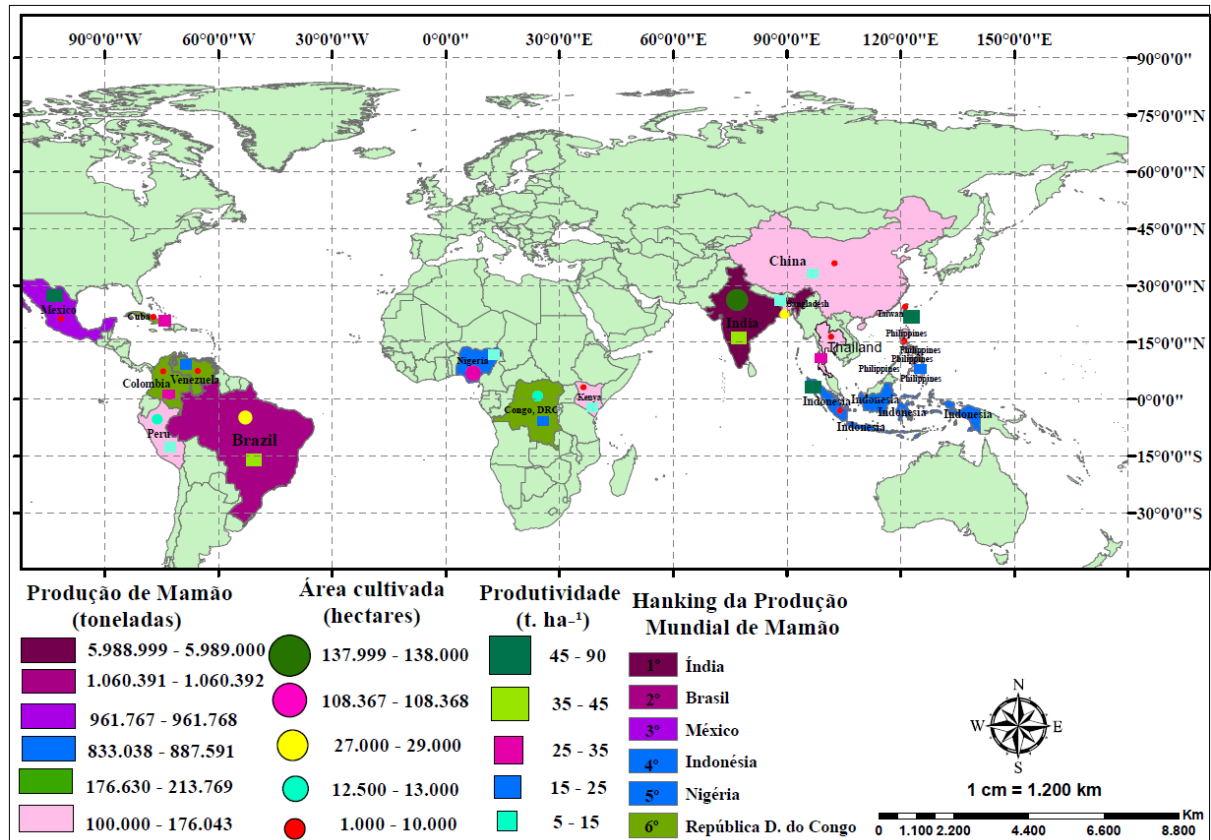
É nesse contexto que se justifica o esforço de pesquisa empreendido, pois se buscou realizar uma análise produtiva e econômica da cultura do mamão fertirrigado submetida a diferentes doses de potássio nessa região. Em relação à análise econômica, enfatiza-se que na agricultura irrigada, uma produção eficiente e rentável deve constituir-se em um objetivo econômico, buscando sempre receitas maiores que os custos ou, no mínimo, que as receitas e despesas sejam iguais (FEITOSA *et. al.*, 2018).

## **1.1 Revisão de Literatura**

### **1.1.1 Importância Socioeconômica da cultura do mamão em nível mundial**

O mamão possui sua produção difundida por quase todos os continentes. Nesse contexto, a produção média mundial que foi colhida por ano, no período de 2013 a 2018, atingiu o valor de 12,5 milhões de toneladas, tendo como principais produtores: a Índia, Brasil, Indonésia, Nigéria e México, com grande destaque para o Brasil, segundo maior produtor, o qual contribuiu com uma média de 10,91% da produção mundial em 6,98 % da área colhida nos anos observados, Tabela 01 (FAO, 2020). Além disso é possível observar no mapa 1 a distribuição espacial do cultivo da fruta em nível mundial, bem como destacar que a faixa de produção de mamão está concentrada, aproximadamente, entre 30° Norte e -30° Sul de latitude.

**Mapa 1** – Apresenta o cenário da produção, área colhida, produtividade e hanking dos principais países produtores de mamão em nível mundial.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do FAOSTAT – 2020

O nível de tecnologia utilizado no sistema de manejo de cultivo do mamoeiro, assim como as demais culturas vegetais, manifesta uma correlação direta com a produtividade, indicador importante para avaliação do sistema de produção. Nesse contexto, em nível mundial é possível observar que o grupo de países que apresentam índices mais baixos estão localizados no continente Africano, atingindo valores inferiores a 20 t. ha<sup>-1</sup>, com destaque para a Nigéria que apresenta valor inferior a 10 t. ha<sup>-1</sup>. No entanto, os países cujo uso da tecnologia de irrigação manifesta a produção e produtividade na cultura do mamoeiro possui valores bem mais expressivo. A exemplo e com base nos dados de áreas irrigadas, a Índia que se apresenta em primeiro com 68,3 milhões de hectares de áreas irrigadas, seguidas pelo Brasil com 6,9 milhões de ha e, em terceiro o México com 5,8 milhões de ha, ambos mantiveram um índice de produtividade bem expressivo em comparação com os demais países, Tabela 1 (FAOSTAT, 2019).

**Tabela 1** - Apresentação dos dados de produção e produtividade média da cultura do mamão no período de 2013 a 2018.

País	Produção mil t.							Produtividade média t. ha <sup>-1</sup>	Área média mil ha
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
<b>Índia</b>	5.544,00	5.639,30	4.913,00	5.667,00	5.940,00	5.989,00	6050,00	41,64	131,64
<b>Brasil</b>	1.582,64	1.603,35	1.481,19	1.424,68	1.057,10	1.060,39	1161,81	43,83	29,86
<b>México</b>	764,51	836,37	883,59	951,92	961,77	1.039,82	1083,13	56,91	16,07
<b>Indonésia</b>	909,83	840,12	851,48	904,28	875,11	887,59	986,99	91,06	9,88
<b>Nigéria</b>	800,00	850,00	875,40	833,36	837,74	833,04	855,58	8,62	95,07
<b>Congo</b>	215,40	217,08	216,33	215,59	214,84	213,77	212,17	16,96	12,68
<b>Cuba</b>	197,84	139,53	202,50	212,58	189,09	176,63	184,34	29,23	6,47
<b>Colômbia</b>	167,55	155,29	176,22	177,46	179,98	183,73	144,97	26,40	5,50
<b>Venezuela</b>	184,58	174,91	174,62	175,68	178,74	188,64	199,85	19,58	9,37
<b>Peru</b>	149,78	148,28	144,73	169,44	178,00	175,99	171,67	15,50	12,07
<b>Tailândia</b>	169,73	157,57	166,68	173,83	175,78	176,04	137,54	39,85	4,63
<b>Filipinas</b>	166,34	172,63	174,62	162,48	167,04	169,14	166,16	21,10	8,12
<b>China</b>	152,71	150,95	151,56	143,64	153,16	40,42	163,91	14,89	7,54
<b>Bangladesh</b>	125,00	131,00	133,37	130,37	134,65	131,60	135,81	6,29	24,78
<b>Kenya</b>	132,61	125,14	122,51	143,64	129,36	131,46	140,37	15,13	8,75
<b>Taiwan</b>	118,82	115,78	115,12	105,92	114,17	127,24	122,27	46,30	2,52
<b>Guatemala</b>	60,19	70,47	84,73	96,90	104,49	93,28	97,98	28,85	3,00
<b>Demais países</b>	187,58	422,15	277,37	629,30	864,22	969,19	1884,45	25,65	29,77
<b>Total Mundial</b>	11.629,11	11.949,92	11.145,02	12.318,07	12.455,24	12.586,97	13.889,00	30,62	417,72

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do FAOSTAT – 2020

A Índia, juntamente com o Brasil merecem um destaque na cultura do mamoeiro, pois juntos respondem por mais de 55% da produção de mamão em nível mundial com produtividade média acima de 40 t. ha<sup>-1</sup>, dado esse que os coloca na posição de 3º e 4º lugar, perdendo apenas em produtividade para Indonésia e México. Nessa perspectiva, observa-se também que, 38,66% das áreas cultivadas com mamão estão localizadas nos territórios daqueles países.

O Brasil desempenha papel importante na produção de mamão em âmbito internacional, estabelecendo-se como um dos grandes exportadores do fruto. Nesse sentido, tal afirmação pode ser explicada pela alta produção dos pomares e pela elevada qualidade dos frutos originados nesses sistemas produtivos. Vale ressaltar que, alguns dos frutos produzidos no país, não são encontrados em outras partes do mundo, o que gera uma maior procura, uma vez que há menor concorrência no mercado e, por consequência, o número de exportações do fruto no país, na última década, tem aumentado (LYRA, PONCIANO e GOLYNSKI, 2006).

Para tanto, o crescimento do agronegócio no país demonstra o importante papel desse setor para o desenvolvimento econômico do Brasil. Dessa forma, o desempenho do setor dá indícios de sua constante expansão, com um crescimento de 11,22% na taxa de exportações ao

ano, esse aumento foi possível graças à abertura comercial no ano 1990, gerando excelentes desempenhos nas últimas décadas (MENDONÇA *et al.*, 2009).

Nas exportações brasileiras de frutas registradas no ano de 2013, o mamão está entre as oito primeiras, com uma participação de 6,4% (SANTOS, 2013), e o volume exportado neste ano, representou menos de 2% da produção nacional da fruta.

#### 1.1.2. Importância socioeconômica da cultura do mamão a nível Brasil

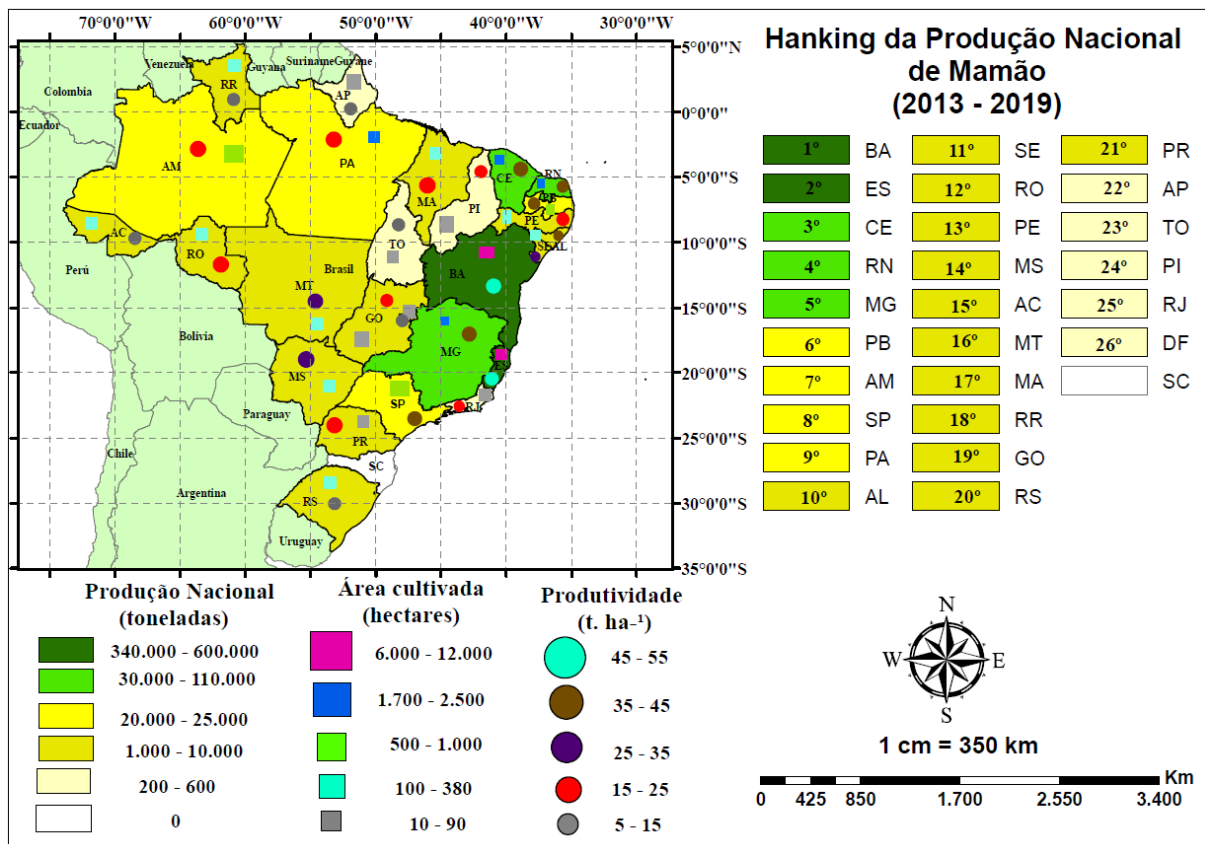
O mamoeiro (*Carica papaya L.*) é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical, sendo descoberto pelos espanhóis na região compreendida entre o sul do México e o norte da Nicarágua. Após a descoberta, o mamoeiro foi amplamente distribuído em várias regiões tropicais, estendendo-se a 32° de latitude norte e sul, com possível introdução no Brasil em 1587 (SERRANO&CATTANEO, 2010)

A produção de mamão no Brasil distribui-se de Norte a Sul, exceto o estado de Santa Catarina, todos os demais estados brasileiros apresentam cultivo do mamoeiro em sua matriz de produção agrícola.

Vale ressaltar que a cultura do mamão é difundida por todas as regiões do país, com uma área colhida e estimada em mais de 30 mil hectares e produtividade média de aproximadamente 40 t/ha, com destaque para as regiões nordeste e sudeste, responsáveis por mais de 95,6% de todo mamão nacional (PÁDUA, 2019). Nesse prisma, os estados que mais produzem mamão no Brasil, são: Espírito Santo, com produção de 354,4 mil toneladas, seguido da Bahia com 337,1 mil toneladas, o Ceará, ocupando a terceira posição, com 100 mil toneladas, o Rio Grande do Norte com 81,25 mil toneladas e Minas Gerais com 50 mil toneladas (IBGE, 2018).

Além disso, é possível perceber no Mapa 2, a produção de mamão manifestada de forma mais expressiva em estados brasileiros que se distribuem nas regiões centro-oeste e nordeste e que na grande maioria, com exceção do estado de Minas Gerais, fazem limite com a faixa litorânea do oceano Atlântico. Assim, corroborando com essa ideia, os primeiros cinco maiores produtores da fruta no Brasil estão distribuídos nessa faixa geográfica. Esses cinco maiores produtores, quando somados à produção, respondem por aproximadamente 88,75% do volume nacional. Além disso os dois estados que despontam, e ocupam os 1° e 2° lugares no ranking de produção de mamão, são os estados da Bahia e do Espírito Santo, respectivamente, ambos mantêm sua produtividade superior à média nacional, a qual se manteve a uma média de 44 t. ha<sup>-1</sup> quando correlacionada ao período de 2013 a 2019. Acrescenta-se a importância de serem responsáveis por 69,36% da produção a nível de Brasil, Tabela 2 (FAOSTAT, 2019).

**Mapa 2** – Apresenta a distribuição da produção, área colhida, produtividade e hanking dos estados brasileiros produtores de mamão no período de 2013 a 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE – 2020

Por conseguinte, a produtividade média nacional de mamão, quando comparada em nível mundial, ainda se mantém inferior à de países como Indonésia, México e Índia (FAO, 2017). Contudo, esse cenário tem grandes possibilidades de mudança, haja vista que as novas tecnologias, como: o controle fitossanitário, o cultivo de novas variedades, o combate mais eficiente de pragas e doenças, além da adaptação dos sistemas de produção do fruto, visam aumentar a produtividade e eficiência da produção da cultura no país (PÁDUA, 2019).

**Tabela 2** - Apresentação dos dados de produção, área colhida, produtividade, valor pago ao produtor e valor anual gerado no sistema de produção de mamão, com base nas médias relacionado ao período de 2013 a 2019.

Faixa de Produção em mil t.	Dados médios da produção de mamão no período de 2013 -2019					
	Estados brasileiros	Produção mil t.	Área colhida ha.	Produtividade t. ha <sup>-1</sup>	Valor pago R\$ kg <sup>-1</sup>	Valor médio Anual mil R\$
300 - 800	Bahia	566,493	11.390	49	0,82	487.434
	Espírito Santo	355,140	6.409	55	0,82	283.122
	Ceará	108,061	2.400	46	0,72	76.355
30 - 110	Rio G. do Norte	78,418	2.094	38	0,71	55.945
	Minas Gerais	68,522	1.624	41	0,94	66.788



<b>10 - 30</b>	Paraíba	31,755	847	37	0,94	31.429
	Amazonas	21,095	919	23	1,97	44.892
	São Paulo	20,673	495	40	0,75	16.404
	Pará	19,917	1.212	16	1,18	24.185
<b>1 - 10</b>	Alagoas	9,702	379	28	0,99	8.621
	Sergipe	6,767	236	28	0,98	7.453
	Rondônia	6,061	271	23	1,28	8.017
	Pernambuco	5,940	385	16	0,83	4.736
	Mato G. do Sul	3,950	120	28	1,10	3.691
	Acre	3,663	286	13	0,91	3.407
	Mato Grosso	3,251	125	25	1,75	5.537
	Maranhão	2,424	141	17	0,63	1.528
	Roraima	2,107	357	7	1,11	2.227
	Goiás	1,907	88	22	0,88	1.664
	Rio G. do Sul	1,578	190	8	2,13	3.365
	Paraná	1,491	78	19	1,46	2.173
	Amapá	0,556	70	8	1,79	938
	Tocantins	0,498	28	17	0,94	329
	Piauí	0,356	39	9	1,09	600
	Rio de Janeiro	0,337	15	21	0,75	253
	Distrito Federal	0,136	8	15	1,60	218
	<b>Média brasileira</b>	<b>1.320,687</b>	<b>30.608</b>	<b>44</b>	<b>0,85</b>	<b>1.141.269</b>

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE – 2020

Atualmente, o Brasil encontra-se em posição de destaque entre os maiores produtores de mamão do mundo, com mais de 1 milhão de toneladas ao ano, ocupa a segunda posição, ficando atrás apenas da Índia com quase 6 milhões de toneladas de mamão ao ano (FAOSTAT, 2020).

No segmento exportação, o Brasil movimentou cerca de 47 milhões de dólares, em 2014, ocupando a segunda posição como maior exportador de mamão do mundo, ficando atrás apenas do México, que movimentou um montante estimado em 66 milhões de dólares no mesmo período. As exportações de mamão em 2003 atingiram 41 mil toneladas. Esse número caiu para 33,6 mil toneladas em 2014. O estado do Espírito Santos aparece como maior exportador da fruta, responsável por 30,4% do volume exportado no país. Em segundo lugar, com 26,1% das exportações do ano de 2015, está o estado do Rio Grande do Norte (GALENO & MARTINS, 2015).

Dentre as frutas vinculadas às exportações brasileiras no ano de 2013, o mamão está entre as oito primeiras, com uma participação de 6,4%, sendo o melão, a manga, a banana, a

maçã, o limão, a uva e a melancia as frutas de maior expressividade nas vendas para o mercado exterior (SANTOS, 2013).

### 1.1.3. Importância Socioeconômica da cultura do mamão em nível de estado do Pará

O Estado do Pará destaca-se na região norte do Brasil como o primeiro maior produtor de mamão, com uma produção de 23.317 toneladas, em uma área de aproximadamente 1.547 ha. O Pará, em nível nacional, ocupa a 9ª posição na produção da fruta, o que corresponde a 1,73% do total produzido em todo país, além disso a produtividade atingida foi aproximadamente 15,06 t. ha<sup>-1</sup>, colocando o estado nesse quesito na 20ª posição no ranking nacional. Nessa questão destacam-se dois municípios, Paragominas e Concórdia do Pará, os quais apresentaram uma produtividade de 22,38 e 22,29, respectivamente, Tabela 2 (FAOSTAT, 2019; IBGE, 2019).

**Tabela 3** - Apresentação dos dados de produção, área colhida, produtividade, valor pago ao produtor e valor anual gerado no sistema de produção de mamão, com base nas médias relacionado ao período de 2013 a 2019.

<b>Dados médios da produção de mamão no período de 2013 -2019</b>					
<b>Municípios - PA</b>	<b>Produção t.</b>	<b>Área colhida ha</b>	<b>Rendimento t. ha<sup>-1</sup></b>	<b>Preço R\$ kg<sup>-1</sup></b>	<b>Valor da produção mil R\$</b>
<b>Pará</b>	<b>19.917,00</b>	<b>1.043,43</b>	<b>19,08</b>	<b>1,29</b>	<b>R\$ 25.692,93</b>
<b>Santo A. do Tauá</b>	2828,57	127,00	22,27	1,09	R\$ 3.083,14
<b>São F. do Pará</b>	2557,14	95,71	26,71	0,89	R\$ 2.275,85
<b>Parauapebas</b>	1614,29	106,43	15,17	1,40	R\$ 2.260,01
<b>Castanhal</b>	1350,00	90,00	15,00	0,98	R\$ 1.323,00
<b>Igarapé-Açu</b>	942,86	45,71	20,63	1,29	R\$ 1.216,29
<b>Paragominas</b>	835,71	31,71	26,35	0,77	R\$ 643,50
<b>Aurora do Pará</b>	608,57	25,71	23,67	0,64	R\$ 389,48
<b>Vigia</b>	542,86	29,29	18,53	0,95	R\$ 515,72
<b>Mojuí dos Campos</b>	527,14	32,43	16,25	1,69	R\$ 890,87
<b>Monte Alegre</b>	505,29	36,43	18,87	1,21	R\$ 611,40
<b>Nova Timboteua</b>	479,43	25,00	19,17	1,16	R\$ 556,14
<b>São C. de Odivelas</b>	449,43	19,86	22,63	0,97	R\$ 435,95
<b>Moju</b>	411,43	25,00	16,45	1,13	R\$ 464,92
<b>Santarém</b>	385,71	23,29	16,56	2,12	R\$ 817,71
<b>Redenção</b>	357,43	24,29	14,62	1,41	R\$ 503,98
<b>Santa M. das Barreiras</b>	306,57	16,00	19,16	1,14	R\$ 349,49
<b>Barcarena</b>	275,71	20,00	13,78	0,97	R\$ 267,44
<b>Concórdia do Pará</b>	272,14	10,00	27,22	0,94	R\$ 255,81
<b>Cumarú do Norte</b>	257,14	11,43	22,50	0,93	R\$ 239,14
<b>Santarém Novo</b>	237,86	12,57	18,92	1,16	R\$ 275,92
<b>Curuçá</b>	233,86	13,86	16,87	1,03	R\$ 240,88
<b>Marabá</b>	222,86	10,00	22,29	1,60	R\$ 356,58

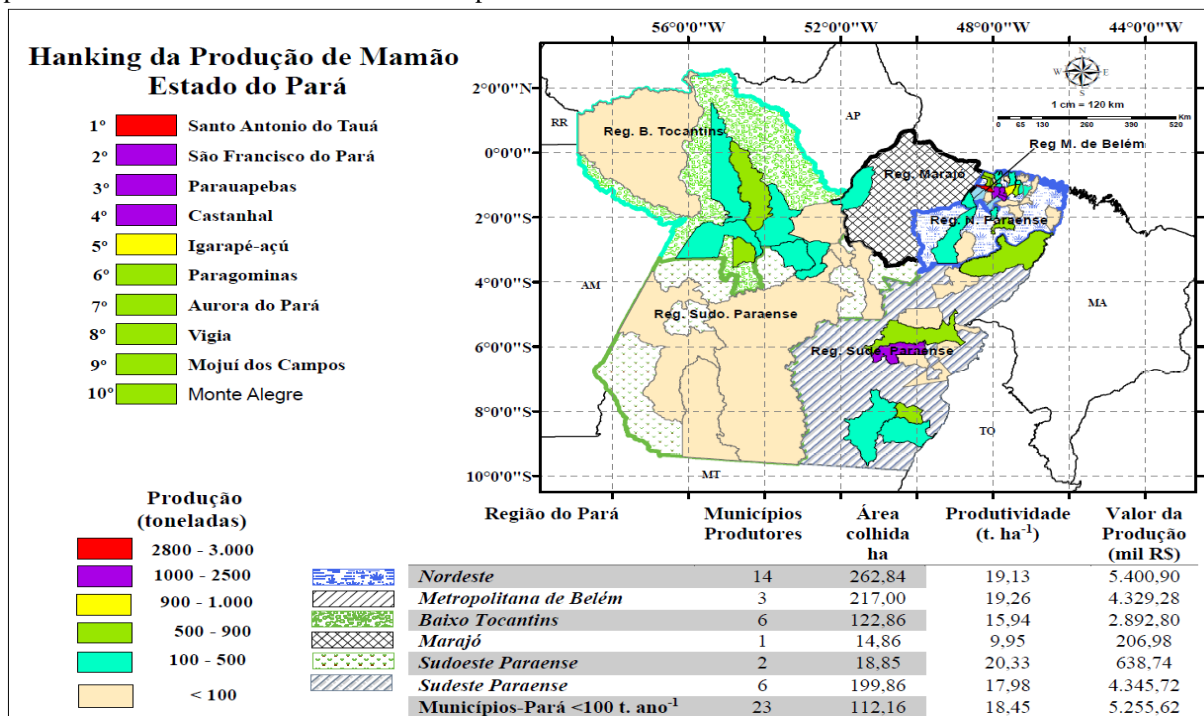
<b>Prainha</b>	214,29	9,00	23,81	1,30	R\$ 278,58
<b>Brasil Novo</b>	197,14	12,14	16,24	1,63	R\$ 321,34
<b>Medicilândia</b>	186,00	6,71	27,72	1,71	R\$ 318,06
<b>Peixe-Boi</b>	180,00	9,29	19,38	1,39	R\$ 250,20
<b>Almeirim</b>	171,43	14,57	11,77	1,31	R\$ 224,57
<b>Terra Alta</b>	155,14	7,71	20,12	0,97	R\$ 150,49
<b>Alenquer</b>	154,29	7,14	21,61	1,23	R\$ 189,78
<b>Gurupá</b>	147,86	14,86	9,95	1,40	R\$ 207,00
<b>Maracanã</b>	124,00	7,13	17,39	1,20	R\$ 148,80
<b>Capanema</b>	115,71	11,71	9,88	1,42	R\$ 164,31
<b>23 municípios</b>	2069,14	112,16	18,45	2,57	R\$ 5.317,69

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE – 2020

O cultivo de mamão está presente no sistema de produção agrícola de 55 dos 144 municípios que compõem o estado do Pará.

O Mapa 3 apresenta os municípios com produções acima de 100 toneladas por ano. Observa-se que a região Nordeste Paraense destaca-se com 15 do total de 32 municípios, além disso, é possível observar que a região Metropolitana compõe-se de três cidades que cultivam a cultura do mamão, das quais, as duas com maior produção são: Santo Antonio do Tauá e Castanhal, ocupando os 1º e 4º lugares no *hanking* de produção do Pará; na região Nordeste Paraense destaca-se os municípios de São Francisco do Pará e Igarapé-açu, visto que ocupam a 3º e 5º posição de maior produtor de mamão do estado do Pará.

**Mapa 3** – Apresenta a distribuição da produção, área colhida, produtividade e *hanking* dos municípios produtores de mamão do Estado do Pará no período de 2013 a 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE – 2020

Os cinco maiores produtores juntos respondem por 46,66% da produção cultivada em 44,55% das áreas colhidas de mamão, equivalente a 464,85 ha, além disso destaca-se que o montante de recurso gerado nesses municípios corresponde aproximadamente a R\$ 10,2 milhões por ano, o qual representa 39,92% do gerado com a produção dos 55 municípios produtores de mamão no Pará (IBGE, 2020).

#### 1.1.4. A cultura do mamão

O mamão é pertencente à família *Caricaceae*, amplamente difundida em climas tropicais e subtropicais. Nesta senda, a cultura apresenta um elevado crescimento de área plantada e produção total no período de 1963 a 2003. Desse modo, o *Carica papaya L.* se encontra dentre as 21 espécies do grupo *Carica*, sendo a com maior relevância econômica e de consumo em todo o mundo (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; BENASSI, 2004).

##### 1.1.4.1 Morfologia e Anatomia

A cultura é caracterizada como uma planta herbácea, a qual alcança entre 2 a 10 metros de altura e até 20 anos de vida. Além disso, ela possui taxa de crescimento precoce e rápido (SILVA, 2014).

##### 1.1.4.2 Raízes

As raízes do mamoeiro são classificadas como axial ou pivotante. Dessa forma, possui a raiz primária bem desenvolvida, com ramificações ao redor da planta, sendo do tipo *napiforme* (raiz axial grossa), expandindo-se em plano horizontal e sua composição é formada por humo a 15cm da superfície. Tais raízes podem atingir até 3,90m de comprimento, sendo elas largamente ramificadas em raízes terciárias e quaternária, finas e com pelos absorventes. Dentro desse cenário, as raízes são flexíveis e de coloração branco-cremosa, com a camada superficial atuando, principalmente, como a parte nutritiva da planta, sendo encontradas em um raio de 3m de diâmetro (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; MATOS, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

##### 1.1.4.3 Folhas

As folhas do mamoeiro são classificadas como simples e alternadas, com pecíolos alongados e lobadas, com composição entre 7 a 13 lobos, possui nervuras bem proeminentes, sendo encontradas entre 7 e 13 nervuras principais na parte posterior da folha. Nesse sentido, a folha possui coloração verde-clara, dispostas de forma alternada ao longo do talo principal, com as mais novas, adultas e ativas. Na parte superior e na parte inferior do talo principal encontram-

se as folhas mais velhas e inativas, pendentes e quase totalmente secas (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; DANTAS e NETO, 2000).

#### 1.1.4.4 Caule

O caule é cilíndrico, único, ereto, ausente de ramificações, alcança entre 2 e 6 metros de altura e possui entre 10 e 30 cm de espessura. Nesse quadro, o caule apresenta o talo central oco, com exceção da posição dos nós, o qual denota consistência herbácea (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006). O ápice do caule tem terminação superior com um tufo de folhas novas, de forma espiralada, com coloração verde-clara e em sua base coloração acidentada (MATOS, 2006; DANTAS e NETO, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

#### 1.1.4.5 As inflorescências e flores

As flores do mamoeiro possuem inúmeras descrições sobre seus tipos. Contudo, podem ser divididas em três grupos, sendo eles: *flor feminina ou pistilada*, *flor hermafrodita* e *flor estaminada* ou *masculina típica* (STOREY, 1969 – grifo nosso). É válido ressaltar que a qualidade do fruto está diretamente associada a disposição de suas inflorescências.

##### 1.1.4.5.1 Flores femininas ou pistilada

As flores femininas são caracterizadas como flores curtas e com presença predominantemente feminina. Essas flores são encontradas isoladas ou em grupos de duas a três, localizadas em proximidade ao talo central, com pedúnculos curtos e as pétalas até sua base são livres (DANTAS e NETO, 2000; MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; COSTA e PACOVA, 2003).

##### 1.1.4.5.2 Flores Hermafroditas

As flores hermafroditas possuem pedúnculos curtos, apresentam-se nas axilas das folhas em grupos combinados e em menor quantidade, quando comparadas com as flores masculinas. Essas flores são menores em tamanho do que as femininas, com pétalas soldadas na parte inferior ou até a parte média do seu comprimento. Nesse quadro, é indispensável salientar que essas são as flores responsáveis pela produção de frutos comerciais (DANTAS e NETO, 2000; MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; COSTA e PACOVA, 2003).

- *Flor Hermafrodita Pentândrica*

Dentro do grupo das flores hermafroditas, existem as flores *hermafroditas pentândricas*, sendo essas uma modificação do primeiro tipo. Tais variações ficam localizadas mais próximas ao talo e axila das folhas e possuem um alongamento da haste da flor, se comparadas com as flores femininas. Nesse âmbito, essas flores possuem sempre cinco estames curtos em disposição alternada as pétalas se sobrepondo da base, com seus filamentos fundidos ao ovário, tendo a existência de sulcos intensos, ocasionando uma cicatriz destacada ao fruto originário desse tipo de flor (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006 – grifo nosso).

- *Flor Hermafrodita Carpelóide*

Outra alteração no grupo das flores hermafroditas são as *flores carpelóides* ou intermediárias. Sendo essa uma transição entre a *flor hermafrodita pentândrica* e as do tipo alongata. Essas flores podem possuir pétalas livres, se localizadas próxima da parte inferior; ou com aderentes, se localizadas na parte média do seu comprimento, podendo ainda, aparecer as duas características na mesma flor. Outra questão é a dos estames, que variam entre 2 a 10 e os carpelos variando entre 5 a 10, sendo a fusão desses últimos sempre defeituosa. Destaca-se ainda que, os frutos originários desse tipo de flor são, em sua grande parte, deformados, sendo vulgarmente conhecidos como frutos “cara-de-gato” (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006 – grifo nosso).

#### 1.1.4.5.3 Flores Estaminadas ou Masculina Típica

As flores masculinas possuem pedúnculos longos, pendentes e multiflorais, com um grande volume de flores cimosas e presença de órgão masculino ativo e órgão feminino rudimentar ou estéril. Essas flores localizam-se nas folhas da parte superior da planta, distante do talo central, com coloração branco-cremosa, verde-amarelada ou amarela, com filamentos pilosos, anteras estreitas, com coloração amareladas e com concentração de grão de pólen. Nesse tipo de flor, pela ausência de um pistolo funcional, não há desenvolvimento de frutos (FERREGUETTI, 2003; MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006; COSTA e PACOVA, 2003).

#### 1.1.4.6 Frutos

O fruto do mamão é caracterizado como uma baga (fruto simples, carnoso e com a presença de diversas sementes), com o formato variável de acordo com o tipo da flor de que foi originado, podendo apresentar a forma arredondada, oblongo, alongada e piriforme. Do mesmo modo, apresenta tamanhos variados, associados diretamente ao seu cultivo, podendo ser

pequeno, médio, grande e muito grande, com pesos variando entre 121g a 7,8kg, sofrendo influência direta do clima, do solo, da planta e da flor que o originou. Além disso, o mamão apresenta casca lisa e fina, em seu interior há presença de polpa com coloração amarelo-clara a alaranjada, variando entre 2,5 a 5cm de espessura. (SILVA, 2014; MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006). Por fim, as sementes apresentam tamanho reduzido, ásperas e cobertas por uma camada mucilaginosa, sendo encontradas em grande quantidade no interior do fruto (MATOS, 2006; FERREGUETTI, 2003).

#### 1.1.4.7 Características Edafoclimáticas

A cultura do mamão é tipicamente de clima tropical, apresentando excelente desenvolvimento e frutos de alta qualidade em zonas de alta incidência solar (SOUZA, COELHO e OLIVEIRA, 2000). Portanto, em condições de altitudes mais elevadas e temperaturas mais baixas há uma queda de rendimento e qualidade dos frutos, devido a cultura ser sensível ao frio (FARIA *et al.*, 2009).

#### 1.1.4.8 Temperatura

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam a cultura do mamão, sendo associada diretamente a qualidade do fruto e no desenvolvimento das flores. Nessa situação, a faixa ideal pode variar entre 22°C e 28°C, com a temperatura média ideal sendo 25°C, com distribuição uniforme e quantidade de água suficiente para suprir as necessidades da cultura (SOUZA, COELHO e OLIVEIRA, 2000).

#### 1.1.4.9 Chuvas

A planta do mamoeiro possui alta exigência hídrica, tanto no período de desenvolvimento vegetativo, quanto na produção de frutos, portanto, em regiões com chuvas má distribuídas e com longos períodos de estiagem é necessária a implantação de irrigação. Assim, regiões que apresentam precipitações anuais acima de 1200 mm, sendo bem distribuídas ao longo do ano, atendem às necessidades hídricas da cultura que consome aproximadamente 18 litros de água por dia, em evapotranspiração de aproximadamente 3,5 mm dia<sup>-1</sup> (LYRA, 2007; FARIA *et al.*, 2009).

#### 1.1.4.10 Solos

Os solos mais indicados para a cultura são os de textura areno-argilosa, com pH variando entre 5,5 a 6,7. Destaca-se ainda que, não são aconselhados os solos que apresentem

características de inundação em determinada faixa do ano, que sejam pouco profundos e localizados em baixadas pois, nessas condições, a planta pode apresentar limitações quanto ao desprendimento de folhas jovens precocemente, hastes final e alta, queda na produção e maior incidência de doenças causada por fungos do gênero *Phytophthora* (FARIA *et al.*, 2009; SOUZA, COELHO e OLIVEIRA, 2000).

#### 1.1.4.11 Cultivares do grupo Solo

As cultivares mais plantadas no Brasil são divididas em dois grupos: grupo ‘solo’ e o ‘formosa’. Dessa forma, os frutos das cultivares do grupo solo possui maior preferência pelo consumidor do brasileiro, assim como são mais expressivos no âmbito da exportação. Nesse cenário, Linhares-ES e Sooretama-ES são os maiores produtores de mamão do grupo ‘Solo’ (principalmente ‘Golden’ e ‘Golden THB’ para exportação e ‘Sunrise Solo’ para o mercado nacional) por outro lado, os municípios de Pinheiros-ES, Prado-BA e Porto Seguro-BA são os maiores produtores de mamão do grupo ‘Formosa’ (principalmente o híbrido importado ‘Tainung 01’), (SERRANO e CATTANEO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2010 – grifo nosso).

As cultivares do grupo Solo foram introduzidas no país no ano de 1972/73, sendo importados os primeiros lotes de sementes da variedade ‘Sunrise solo’, com origem no Havaí-EUA. Após a inserção dessa cultivar no Brasil, mais precisamente no nordeste paraense, foi possível observar sua alta estabilidade e adaptabilidade nas condições climáticas da região, que apresentam altas temperaturas e umidade relativa. É importante frisar que, apenas a introdução da cultivar do grupo ‘Sunrise solo’ na região transformou significativamente a comercialização do fruto, devido as suas características e elevada aceitação no mercado interno e externo, contudo, só foi a partir de 1976/77 que a cultura retomou um papel econômico de destaque no país (RUGGIERO, MARIN e DURIGAN, 2011; DANTAS e LIMA, 2001; MARIN *et al.*, 1994).

#### 1.1.4.12 Exigências Nutricionais

A cultura do mamoeiro possui característica de produção contínua de frutos e flores. Nesse sentido, ela necessita de alta disponibilidade de água e nutrientes, principalmente no seu primeiro ano de vida, atingindo o ápice de demanda de nutrientes aos seus 12 meses. Nessa lógica, a alta exigência pode ser explicada pela sua característica de colheita intermitente, onde o fluxo de água e nutrientes devem ser constantes, para manter a sucessiva produção de flores e frutos (OLIVEIRA *et al.*, 2004).



Contudo, apesar da alta exigência em nutrientes, a cultura do mamoeiro não possui um sistema radicular muito profundo e ramificado, podendo apresentar sintomas de deficiência nutricional. Nessa análise, a cultura encontra-se inserida em um grupo de plantas que formam um sistema de cooperação simbiótica mutualística com fungos micorrízicos, ocasionando o aparecimento de estrutura denominada micorriza. Essa estrutura proporciona à planta um aumento na capacidade de extração de nutrientes do solo, diminuindo seu déficit nutricional (SOUZA, TRINDADE e OLIVEIRA, 2000).

No que diz respeito aos elementos, o nitrogênio (N) é o mais exigido pela cultura, seguido pelo potássio (K) e cálcio, enquanto o fósforo (P) é o menos extraído do solo. Segundo essa linha de raciocínio, dos micronutrientes mais exigidos, estão: Ferro (Fe), manganês (Mn) e o Boro (B), com o molibdênio (Mo) apresentando menor absorção pela cultura (OLIVEIRA et al., 2004; CUNHA e HAAG, 1980).

As exigências nutricionais são mensuradas conforme as quantidades extraídas e exportadas pelas colheitas em relação a mancha de absorção dos elementos durante o ciclo da cultura. O sintoma de deficiências visuais pode ser calibrado com ensaios de adubação, enquanto a avaliação dos nutrientes existentes no solo é realizada por análise de solo (MANICA, et al.; 2006).

Além disso, na cultura do mamoeiro, as deficiências nutricionais em nível de macro e micro, manifestam-se com base nos aspectos visuais em diferentes partes da planta: folhas, frutos e caule. No caso das folhas, as mudanças vão desde a cor verde-escuro ao amarelo-ouro e do surgimento de pontuações necróticas no limbo foliar, ao desprendimento das folhas do caule. Além disso pode ser detectado como característica básica da deficiência do micronutriente boro, a qual manifesta-se por meio de defeitos no formato do fruto, apresentando protuberância, exsudado de látex na casca e gema apical retorcida (MANICA, et al., 2006).

Segundo Oliveira e Caldas, (2004), uma adubação balanceada está diretamente ligada a obtenção de altas produtividades e qualidade de fruto, além do aumento da resistência a pragas e doenças, diminuindo problemas fitossanitários e contribuindo para que a cultura apresente seu potencial produtivo.

#### 1.1.4.13 Doenças

##### 1.1.4.13.1 Antracnose

A antracnose é causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, causando perdas significativas nos pomares afetados, sendo considerada uma das principais doenças do

mamoeiro e extrema importância econômica para os produtores (RIBEIRO, SERRA e ARAÚJO, 2016 – grifo nosso).

O fungo ataca diretamente os frutos, em qualquer estágio de desenvolvimento, desde os frutos mais jovens quando o fungo cessa seu desenvolvimento, mumifica o fruto e o desprende da planta. Nos frutos maduros, o fungo penetra na casca, atingindo a polpa e causando a podridão mole, levando todos os frutos acometidos por esse fungo a serem descartados. Os sintomas podem se manifestar ainda após a colheita, nas fases de embalagem, amadurecimento e comercialização, causando grande percentual de descarte de frutos (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011; FILHO, OLIVEIRA E HADDAD, 2016).

Seu aparecimento é facilitado devido a alta umidade relativa, principalmente em áreas com pluviosidade constante e sistemas de irrigação por aspersão, com a sua distribuição sendo generalizada e sem padrão específico. Seu controle pode ser realizado pelo descarte de folhas inativas, eliminação de frutos doentes e uso de irrigação localizada (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

#### 1.1.4.13.2 Varíola ou Pinta-preta

A varíola ou pinta-preta é causada pelo fungo *Asperisporium caricae*, sendo considerada a doença mais comum no mamoeiro, acometendo tanto as folhas quanto os frutos. O principal impacto da doença está diretamente ligado ao valor comercial do fruto infectado, pois as manchas em excesso depreciam seu valor no mercado (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011).

Os sintomas começam a aparecer na parte inferior das folhas mais velhas, com manchas de formato esférico e coloração escura, pequenas, que se expandem com o tempo, tornando-se mais claras e desenvolvendo-se na parte superior da folha. Após infectar as folhas, o fungo se hospeda nos frutos mais velhos, mantendo as mesmas características visuais, contudo, diferentemente de outras doenças fúngicas, não afeta a polpa do fruto (FILHO, OLIVEIRA E HADDAD, 2016).

Para o controle da doença ser mais efetivo é necessário observar o aparecimento dos primeiros sintomas nas folhas mais velhas e eliminá-los da planta e utilizar pulverizações ou controle químico (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

#### 1.1.4.13.3 Papai Noel ou Podridão de Fitóftera

Essa doença pode acometer diversas partes da planta, causando a podridão das raízes, do talo central e dos frutos. Perdas significativas são causadas por essa doença, sendo de grande importância econômica. Seu agente causal é o fungo *P. palmivora* Butl, que se instala na planta

pelo seu ápice, se aproveitando principalmente de cicatrizes deixadas por tratamentos culturais anteriormente executados na planta. Os frutos mais jovens e imaturos são mais resistentes ao ataque do fungo, contudo, pode ser infectado caso o fungo tenha se alojado no caule, próximo a saída do fruto, sendo abortado da planta e liberando novos patógenos (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

Seus danos são extremamente nocivos a planta, apodrecendo e eliminando frutos infectados, no caule causa a diminuição no fluxo de seiva, podendo ocasionar o tombamento da planta e nas raízes diminuem sua capacidade de sustentação e extração de nutrientes (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

Os controles são basicamente determinados nas decisões tomadas antes do plantio do mamoeiro, como: solos bem estruturados, com boa drenagem, profundidade e que não sejam suscetíveis a alagamentos, não plantar em épocas com maiores índices pluviométricos e não cultivar em áreas utilizadas anteriormente pela mesma cultura (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

#### 1.1.4.13.4 Mancha Chocolate

É uma doença que possui o mesmo agente causal da antracnose, o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, porém possui uma distinção de raça em comparação a primeira doença. Seus sintomas são observados em frutos mais jovens, apresentando manchas com formas irregulares em sua casca, com coloração marrom-escuro, por isso o nome de Chocolate (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011).

As manchas podem ficar no mesmo tamanho ou acompanhar o desenvolvimento do fruto e se expandirem superficialmente, depreciando seus aspectos visuais e diminuindo seu valor de mercado, além de servir como porta de entrada para patógenos de pós-colheita (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

O controle para a mancha de chocolate são as mesmas aplicadas para os casos de antracnose, contudo, seu controle é mais complexo, sendo necessário frequência maior na aplicação de pulverizações (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012; FILHO, OLIVEIRA E HADDAD, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2000).

#### 1.1.4.13.5 Mosaico do Mamoeiro

Essa doença é causada por um vírus, sendo a virose com maior impacto econômico na cultura do mamoeiro, juntamente com o vírus da meleira do mamoeiro. As plantas que são infectadas por essa virose apresentam queda significativa em sua produtividade, tornando os

frutos da planta infectada sem valor comercial dentro do mercado interno (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011).

Sua ocorrência é durante todo o ano e se distribui uniformemente dentro da lavoura infectada, afetando frutos, folhas novas, pecíolos novos e brotos da haste principal (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012). Seus sintomas são o amarelecimento de folhas mais jovens, nervuras com coloração mais clara, murchamento e mosaico nas folhas. No pecíolo da folha há o aparecimento de listras oleosas que chegam até o caule da planta. Nos frutos causa anelamento e mudanças nas suas características sensoriais e sua transmissão pode ser realizada por pulgões e mudas sem controle fitossanitário adequado (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011; FILHO, OLIVEIRA E HADDAD, 2016).

#### 1.1.4.13.6 Meleira do Mamoeiro

É uma doença causada por vírus, sendo encontrada primeiramente na década de 1980 no extremo sul da Bahia, causando diversos impactos nas regiões afetadas. Sua disseminação pode acontecer pela atividade humana, principalmente em ferramentas utilizadas em tratamentos culturais que são deslocadas de uma lavoura infectada para outra sadia. Contudo o principal agente transmissor dessa doença é a mosca-branca (OLIVEIRA, FILHO e FILHO, 2011).

Sua ocorrência no pomar ocorre de forma uniforme, em poucas vezes, afetando especialmente áreas próximas a matas ou lavouras de café, acometendo frutos, folhas novas e raramente pecíolos (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

A meleira é a doença que mais chama a atenção de produtores e exportadores de mamão, sendo considerada um dos principais fatores limitantes na produção da cultura (OLIVEIRA et al., 2000). Seus sintomas são queimaduras na parte frontal das folhas novas, nervuras proeminentes e pecíolos com goma. Ao ferir um fruto há escorrimento abundante de líquido leitoso (látex), alterando seu aspecto. Plantas que apresentarem esses sintomas devem ser identificadas e eliminadas imediatamente do pomar, cortando-se em sua base, recobrando o toco com terra e retirando a parte cortada do local para não infectar outras plantas (FILHO, OLIVEIRA E HADDAD, 2016).

#### 1.1.4.14 Pragas

##### 1.1.4.14.1 Ácaro Branco

O ácaro-branco também conhecido como ácaro-tropical, ácaro-da-rasgadura ou ácaro-da-queda-do-chapéu-do-mamoeiro, é considerado a principal praga da cultura do mamoeiro. É um inseto amplamente difundido geograficamente, causando diversos danos, nas mais diversas

regiões produtoras ao redor do mundo (MARTINS *et al.*, 2016; MARTINS, 2003; MARTINS; FANTON, 2006).

O inseto apresenta tamanho de 0,2mm, quase imperceptível a olho nu, com coloração abrangendo do branco ao amarelo vistoso. O macho, com comprimento menor que a fêmea, possui coloração de hialina brilhante. Pelo seu pequeno tamanho e massa são transportados pelo vento para o ápice da planta, se estabelecendo nas brotações laterais e caule. Devido a sua não adaptação a incidência direta de luz, esses insetos se alojam na parte inferior das folhas mais jovens, se reproduzindo no mesmo local. Seu ciclo de vida na fase adulta é bastante curto, variando entre 3 a 5 dias, contudo, as fêmeas em sua fase adulta podem ovopositar por um período de 15 dias até 40 ovos (SANCHES *et al.*, 2000).

Seus danos podem ser observados, especialmente, nas folhas jovens, no ápice da planta, causando a destruição parcial ou total dessas folhas, ocasionando queda de flores e frutos jovens, além de causar queimaduras em frutos adultos, depreciando-os dentro do mercado interno. O seu controle é realizado quimicamente, após observações e análises constantes do nível de proliferação da praga na lavoura, aumentando a eficiência das aplicações dos defensivos agrícolas (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

#### 1.1.4.14.2 Ácaro Vermelho

O ácaro-vermelho também conhecido como ácaro-rajado e ácaro-mexicano possuem a capacidade de tecer delicadas teias nas faces baixas das folhas mais velhas, onde depositam seus ovos, localizando-se próximo às nervuras dos pecíolos (MARTINS *et al.*, 2016; SANCHES *et al.*, 2000).

Esses insetos são mais comumente encontrados em ambientes com altas temperaturas e clima seco, se distribuindo nas lavouras em forma de reboleiras (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012).

A fêmea dessa espécie apresenta volume corpóreo maior que os machos, apresentando 0,46mm de comprimento, enquanto os machos possuem corpos mais finos e 0,25mm de comprimento. Outra diferença importante é a presença de mancha verde-escura no dorso da fêmea. Seus ovos possuem coloração amarela, em formato de pequenas esferas e período de incubação de quatro dias. Da fase de ovo à vida adulta são totalizados 13 dias (SANCHES, 2000).

Os principais impactos dessa praga podem ser observados na queda das folhas mais velhas, podendo ocasionar até 70% de desfolha em casos mais severos. As folhas infestadas secam e caem precocemente, expondo os frutos diretamente a luz solar, afetando diretamente a

produtividade da planta e depreciando as características visuais do fruto (ZUFFO, ALEXANDRE e SLVA, 2012; SANCHES, 2000).

O controle para esse pequeno organismo pode ser tanto químico quanto biológico. É importante estar atento ao nível populacional da praga no pomar, sendo indicado iniciar uma intervenção química quando houver a presença de 6 ácaros ou mais por planta (SANTOS FILHO et al., 2009). É importante o desbaste das folhas infectadas, realizando a aplicação de acaricidas sempre na parte inferior da folha (MARTINS, 2003; MARTINS; FANTON, 2006).

#### 1.1.4.15 Colheita

O amadurecimento total do fruto vai depender da variedade plantada e das condições edafoclimáticas e fitossanitárias adotadas, com o amadurecimento total do fruto variando entre quatro a seis meses após a abertura da flor (FARIA *et al.*, 2009).

##### 1.1.4.15.1 Ponto de Colheita

O ponto de colheita do mamão é definido visualmente de acordo com a mudança de coloração. Para consumo interno pode-se colher com metade do fruto amarelado, enquanto os destinados à exportação devem estar em seus primeiros estágios de maturação, mais precisamente no segundo estágio ou inferior. É importante ter o conhecimento dos estágios para que os frutos não sejam colhidos precocemente, com a polpa amarela-pálida, o que não garantirá os melhores parâmetros organolépticos (FARIA *et al.*, 2009).

Entretanto, os frutos não podem amadurecer na planta, pois sofrem severos ataques de pássaros e insetos, além de serem difíceis de manusear e altamente suscetíveis a danos físicos ocasionados na armazenagem e retirada do fruto da planta, sendo esses apenas aproveitados no mercado local (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006).

##### 1.1.4.15.2 Método de Colheita

Para colheita perfeita do fruto são necessários alguns cuidados no manuseio, evitando, principalmente, danos na casca fina, que podem ser porta de entrada para doenças e altamente perecível, perdendo seu valor de mercado. A forma mais simples de colher é segurando os frutos em sua extremidade inferior, sendo forçado levemente para cima com uma pequena torção, quebrando dessa forma o pedúnculo, desprendendo o fruto da planta (MANICA, MARTINS e VENTURA, 2006).

### 1.1.5 Irrigação

Os países que detém uma maior quantidade de áreas irrigadas, em nível mundial, são a China e a Índia, com cerca de 70 milhões de hectares cada, seguidos dos Estados Unidos (26,7 Mha), do Paquistão (20,0 Mha) e Irã (8,7 Mha). O Brasil aparece no grupo de países que têm área entre 4 e 7 Mha, que inclui a Tailândia, o México, a Indonésia, Turquia, Bangladesh, o Vietnã, Uzbequistão, a Itália e Espanha.

A irrigação do Brasil destaca-se por colocar o país entre os dez com maior área irrigada do planeta. O estudo apresentado pela Agência Nacional de Águas (ANA) informa que o uso da água na agricultura irrigada abrange aproximadamente 6,95 milhões de hectares (Mha), distribuídos em diferentes técnicas de irrigação. Além disso, o documento destaca que esse total das áreas representam apenas 20% do potencial para a atividade. (ANA, 2017)

A água, o insumo principal da tecnologia de irrigação, é um dos elementos mais importantes para as plantas, com a sua composição, dependendo da espécie, podendo chegar a 99% de água em sua estrutura. Nas regiões tropicais e subtropicais a demanda hídrica das plantas é suprida, geralmente, pela pluviosidade da região. Contudo, quando esta não supre a demanda da cultura, se faz necessária a implementação de tecnologia, com a irrigação sendo um método altamente difundido, porém com baixa utilização em determinadas regiões do país (SOARES, COSTA e NASCIMENTO, 2006).

A irrigação ao longo dos tempos foi utilizada apenas com conhecimentos tradicionais de aplicação, sendo repassados por gerações, sem conhecimento técnico-científico sobre as necessidades das culturas e da área de aplicação. Isso gerou inúmeros problemas fitossanitários e desequilíbrio hídrico causados pela má aplicação da tecnologia de irrigação (PIVETTA, 2010).

O estresse hídrico, o manejo inadequado da cultura e a escolha equivocada do sistema de irrigação para aplicação de água pode levar a uma queda na produtividade, menor eficiência no uso da água e escoamento superficial provocando o arrastamento de partículas ricas em nutrientes para fora da área de interesse ou com a lixiviação de nutrientes para fora do alcance do sistema radicular da planta, em consequência provocando danos ao meio ambiente e aumento no custo de produção (LIMA, 2012).

As preocupações principais que permeiam as questões relacionadas ao uso racional da água, considerando a irrigação como ferramenta indispensável na agricultura moderna, e ainda por ser o setor que representa a maior demandante deste recurso natural, tornam-se necessários

estudos de metodologias que proporcionem máxima produção com a quantidade adequada de água (OLIVEIRA; CARVALHO; REZENDE; FREITAS, 2011).

Além disso, a irrigação ainda é realizada de forma inadequada com grande desperdício de água. Estudos indicam que cerca de 50% da água captada para fins de irrigação é perdida, não utilizada pelas plantas. Tais perdas são inaceitáveis, principalmente, quando se sabe que em muitas regiões no Brasil e no mundo a água é um fator altamente limitante (SOUSA *et al.*, 2011).

Nesse sentido, a decisão para a inserção da tecnologia de irrigação deve-se basear em questões relacionadas ao uso racional da água, em aspectos de viabilidade econômica e em conhecimentos técnicos sobre a área e cultura a serem irrigadas (SOUZA *et al.*, 2013). A adoção dessa tecnologia está diretamente associada ao incremento na produtividade em regiões com baixa intensidade pluviométrica (MARQUES e FRIZZONE, 2005).

Além do efeito positivo na produtividade, a irrigação é compreendida como uma tecnologia que possibilita: o cultivo de mamão em locais com elevada escassez de água no solo, na contribuição direta e indiretamente na geração de novos empregos e rendas, redução do fluxo migratório rural-urbano e valorização das propriedades rurais. Por outro lado, ressalta-se a importância da aplicação da irrigação dentro dos critérios técnicos exigidos para uma boa eficiência, pois estudos apontam que cerca de 50% do volume de água captada para irrigação é perdida, não utilizada pelas plantas (FEITOSA *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2015; SOUSA, *et al.*, 2014).

O uso da tecnologia de irrigação possibilita a aplicação/utilização sob diferentes formas, como: aspersão, micro aspersão, pivô central, autopropelido e gotejamento. Contudo, o método de aplicação localizada se apresenta como o método de maior eficiência na utilização de água e aumento da produtividade (MARQUELLI, 2003).

A irrigação localizada é o sistema mais antigo no Brasil, e compreende todo o sistema de irrigação, no qual a água é aplicada ao solo diretamente sobre a área de abrangência do sistema radicular, em pequenas intensidades, com alta frequência, mantendo a umidade do solo próximo a capacidade de campo. Um dos métodos localizados é o gotejamento em que as principais vantagens na utilização do método estão na aplicação diretamente no sistema radicular da planta, incorporação de adubação e defensivos agrícolas via sistema de irrigação, baixa taxa de perdas de água por escoamento superficial, baixo consumo de energia, se comparado a outros métodos (PIVETTA, 2010; CARVALHO, 2009; BERNADO *et al.*, 2019).



Assim, o método de aplicação localizada por gotejamento se apresenta com alta eficiência em comparação aos outros métodos de irrigação, sendo um avanço tecnológico dentro dos sistemas agrícolas (BATISTA *et al.*, 2011).

Porém uma das poucas desvantagens do sistema está no elevado índice de entupimento dos orifícios que expõem água do sistema, sendo necessário um excelente sistema de filtragem (LOPES, 2006; BERNADO *et al.* 2019).

#### 1.1.6 Cenário da Irrigação no Estado do Pará

A região norte do país possui alta potencialidade para inserção de irrigação, visando, principalmente, o aumento de produtividade na região. Contudo, são necessários cuidados na utilização dessa tecnologia, visando não atingir o meio ambiente, sobretudo no processo de implantação dos sistemas de captação de água, principal fator de desmatamento de matas ciliares e degradação de cursos d'água.

Nesse contexto, é necessário planejamento para aplicação de recursos econômicos na implantação da tecnologia e conscientização na utilização dos recursos hídricos, gerando um sistema sustentável (SOUZA *et al.*, 2012).

O Estado do Pará nessa última década manifestou um crescimento nas áreas irrigadas de 29,01%, atualmente registrou-se 103,33 mil hectares, além disso os percentuais de áreas irrigadas com sistemas caracterizados de outros métodos/molhação reduziram de 40,2% para 23,9%. Vale enfatizar que em nível nacional o Pará responde por apenas 1,5% aproximadamente. Também vale ressaltar que a composição das técnicas de irrigação é de 56,6% e 13,81%, os quais referem-se à irrigação localizada e aspersão, respectivamente (IBGE, 2017).

Apesar do crescimento da utilização dessa tecnologia no estado do Pará, há diversos problemas relacionados ao conhecimento técnico de utilização e informações sobre os aspectos econômicos. Isso se deve, principalmente, a escassez de bibliografias que apontem os custos de produção (fixos e variáveis) e de viabilidade econômica (SOUZA *et al.*, 2013).

#### 1.1.7 Adubação potássica e fertirrigação

O K é o cátion mais abundante nas plantas e tem importante função no estado energético, na translocação e no armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. (MEURER *et al.*, 2018).

O potássio está presente nas plantas como o cátion K<sup>+</sup> e desempenha um papel importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais e ativando muitas enzimas

envolvidas na respiração e na fotossíntese. O suprimento inadequado de potássio ocasiona o funcionamento irregular dos estômatos, podendo diminuir a assimilação de CO<sub>2</sub> e a taxa fotossintética (SAMPAIO *et al.*, 2005; MONTOYA *et al.*, 2006).

O primeiro sintoma visível da deficiência de potássio é clorose em manchas ou marginal, evoluindo posteriormente para necrose, com maior ocorrência nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras. Com a capacidade do potássio em ser remobilizado para as folhas mais jovens, esses sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais maduras da base da planta. Os caules de plantas deficientes em potássio podem ser delgados e fracos, com entrenós anormalmente curtos (MANICA *et al.*, 2006; TAIZ *et al.*, 2017).

O potássio é o nutriente que influencia as maiores respostas relacionadas a produção de frutos, proporcionando maior qualidade comercial e elevada produtividade, devido a sua alta atividade enzimática, como também a influência positiva na fase de florescimento (SOUZA *et al.* 2000). Entretanto, doses elevadas podem ocasionar redução na qualidade dos frutos, formação de frutos menos consistentes, afetando diretamente o tamanho, a coloração interna e o teor de sólidos solúveis e a qualidade final do produto (MALAVOLTA, 2006).

ANJOS *et al.* (2015) avaliaram a qualidade dos frutos do mamoeiro aos 360 dias após o transplante com fertirrigação e diferentes doses de potássio (60, 120, 180 e 240 g de KCl planta mês<sup>-1</sup>), e concluíram que houve o máximo desenvolvimento e produtividade do mamoeiro quando aplicada a dose 180 g de KCl planta mês<sup>-1</sup>. O que favoreceu a produção de frutos com melhor qualidade para consumo de mesa e processamento da polpa.

Araújo Viana *et al.* (2008) estudaram diferentes doses de potássio (nitrato de potássio) aplicadas via fertirrigação no mamão, até os 285 dias após o transplante, e foi observado que nas maiores dosagens de nitrato de potássio foram obtidas as maiores produtividades. Concluiu-se assim que, a adubação potássica torna-se benéfica devido a sua importância principalmente nos estágios de florescimento e frutificação, proporcionando frutos maiores, com teores elevados de açúcares e sólidos solúveis.

A crescente utilização da irrigação nos sistemas de produção abriu a possibilidade da adubação via água, sendo, desde então, utilizada com maior frequência pelos produtores de frutas, usando-se recomendações tradicionais, sem muita metodologia de aplicação (BORGES e SILVA, 2002).

A tecnologia de fertirrigação consiste em um método de incorporação de solução nutritiva, com fertilizante, via água no sistema de irrigação (PINTO e BRITO, 2010; DEUS, 2012).

Esse processo de aplicação tem como base teórica a melhor eficiência na distribuição de fertilizantes químicos sob a área de produção, ambos produtos misturados e dissolvidos na água, sem reações entre si, para que não ocasione possíveis entupimentos no sistema de irrigação (ROCHA, 2015). Além desses fatores o método visa diminuir as perdas de nutrientes por volatilização, fixação, lixiviação e volatilização (COELHO *et al.*, 2011).

A fertirrigação apresenta vantagens e desvantagens em relação à adubação convencional, e conforme COELHO *et al.* (2007) as vantagens são: as quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas à necessidade da planta em função de seu estágio fenológico e condições climáticas; economia de mão de obra; redução de atividades de pessoas ou máquinas na área de cultivo evitando compactação do solo. As desvantagens são: possibilidade de retorno do fluxo de solução à fonte de água; possibilidades de entupimentos; possibilidades de contaminação do manancial subsuperficial ou subterrâneo.

Para a utilização da fertirrigação faz-se necessária a verificação da eficiência do sistema utilizado, de tal maneira, a verificar se toda a água aplicada será efetivamente utilizada pela cultura, ou perdida por percolação ou evaporação. Para que a eficiência alcance valores aceitáveis, é necessário que as perdas durante a operação do sistema de irrigação sejam as menores possíveis e a uniformidade a maior possível. (KELLER; BLIESNER, 1990).

As frequências das aplicações potássicas via água de irrigação devem variar entre 3 a 7 dias, devendo-se observar o comportamento da cultura e adaptar as aplicações de acordo com suas necessidades e aspectos econômicos. Estimando uma produtividade em torno de 50 t/ha a 70 t/ha são necessários de 120 kg/ha a 350 kg/ha de  $K_2O$  (COELHO *et al.*, 2011).

Outro aspecto relevante quando se associa a tecnologia de irrigação ao processo de fertirrigação é que possibilita com isso o ajuste da demanda nutricional da cultura de forma mais dinâmica, fato esse que permite a aplicação dos adubos, nos períodos corretos de exigências dos nutrientes, com menores perdas desses por processos de lixiviação, fixação e volatilização, bem como aumentar a eficiência no processo de adubação.

No entanto, é necessário conhecer os parâmetros nutricionais das plantas para adequação do esquema da fertirrigação, já que as condições edafoclimáticas são variáveis para cada local e a planta responde conforme tais condições e com as interações que poderá realizar no ambiente. (SOUSA *et al.*, 2014).

#### 1.1.8 Viabilidade econômica

Oliveira *et al.* (2010) destacam que na agricultura irrigada, para produção eficiente e rentável deve constituir-se em um objetivo econômico, buscando sempre receitas maiores que

os custos ou, no mínimo, que as receitas e despesas sejam iguais. Desta maneira, é importante conhecer o grau de risco envolvido na aquisição de novas tecnologias.

A rentabilidade tem um comportamento intimamente dependente da produção, como também da eficiência de uso da água. Os insumos representaram 66,80% do custo total de produção, já os adubos apresentaram maior peso no custo efetivo, seguido da energia utilizada na irrigação.

Além disso, constatou-se que para a taxa de rentabilidade média com base na relação benefício/custo de 1,58 o que torna o empreendimento economicamente viável, implica que para cada R\$ 1,00 investido no custo total de produção de um hectare de mamão, haverá um retorno de R\$ 1,58. Nesse sentido taxas inferiores a 1,0 manifesta um indicativo de inviabilização do empreendimento, visto que o valor atualizado de entrada de caixa ser menor do que a de saída (FEITOSA *et al.*, 2017),

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 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 e ao final aferir se o retorno é satisfatório e o projeto é viável (AZEVEDO, ALVES e LACERDA, 2018).

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

Embora, a fertirrigação venha se estabelecendo como uma das técnicas de adubação mais promissoras, principalmente para o aumento da eficiência e diminuição de custos, é uma tecnologia de baixa utilização. Dentro desse contexto, estudos sobre as aplicações de adubo e suas quantidades ideais precisam ser executados nas regiões produtoras (JÚNIOR *et al.*, 2012).

Assim a pesquisa realizada sob as condições edafoclimáticas descritas para o município de Igarapé-açu, Pará, foi possível as seguintes conclusões: que das cinco doses de potássio aplicadas via sistema de fertirrigação, a que respondeu de forma mais promissora para as variáveis produtividade e qualidade físicas e química dos frutos foi a de 480 kg de  $K_2O\ ha^{-1}$ , nessa dosagem também foi detectado a expressão de maior rentabilidade no sistema de cultivo adotado.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Agricultura irrigada: estudo técnico preliminar**. Brasília, DF, 2004, 107p.
- ANJOS, D. C. et al. Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do Mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, out-dez. 2015. p. 774-785.
- ARAÚJO V. T. V. *et al.* Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, mar. 2008. p. 34-38.
- BATISTA, M. A. V. *et al.* **Fontes e parcelamento de nitrogênio na produção de melão amarelo**. Disponível em: [http:// http://www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br). Acesso em: 09 fev. 2020.
- BERNARDO, S. *et al.* **Manual da irrigação**. Viçosa – MG: UFV, 2019.
- BENASSI, A. C. In: **Toda fruta**. Evolução da cultura do Mamoeiro no Brasil, 2004. Disponível em [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp). Acesso em: 10 jun. 2019.
- BORGES, A. L.; SILVA, D. J. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2002. 137 p.
- CARVALHO, L. C. C. **Dinâmica de tubos gotejadores sob aplicação de ferro solúvel, sólidos em suspensão e fitoplâncton**. 2009. 155 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- COELHO, Eugênio Ferreira et al. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. In: COELHO, Eugênio Ferreira *et al.* **Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão**. Brasília: Embrapa, 2011. Cap. 15. p. 441-472.
- COELHO, E. F.; COELHO, F. M. A.; CRUZ, J. L. **Fundamentos e Manejo da Fertirrigação do Mamoeiro**. 1. ed. Cruz das Almas, Bahia, 28 dez, 2007. EMBRAPA.
- COSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E.V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.F.S. (Ed.). **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória: Incaper, 2003. p.59-102.
- CUNHA, Rubens José Pietsch e HAAG, Henrique Paulo. **Nutrição mineral do mamoeiro (Carica papaya L.): V. marcha de absorção de nutrientes em condições de campo**. In: An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz. 1980, vol.37, n.2, pp.631-668.
- DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. de. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: **Mamão produção: aspectos técnicos**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.11-14.

DANTAS, J.L.L.; LIMA, J.F. de. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro - avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.617-621, 2001.

DEUS, J. A. L. de. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para o meloeiro com base no balanço nutricional**. 2012. 123 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, 2012.

FAOSTAT, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://faostat3.fao.org/home/e>>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

FAOSTAT, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://faostat3.fao.org/home/e>>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

FARIA, A. R.; NORONHA, A. C.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS; J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; MEDINA, V. M.; COROLEIRO, Z. J. M. **A cultura do mamão**. 3 ed. rev. E ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnologia; Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 119 p, 2009. (coleção plantar).

FERREGUETTI, G. A., 2003. **Papaya** Disponível em: [http://www.caliman.com.br/Papaya/Download/hibrido\\_uenf\\_caliman01.doc](http://www.caliman.com.br/Papaya/Download/hibrido_uenf_caliman01.doc). Acesso em: 09 fev 2020.

FEITOSA, E. O. et al. Análise de custo e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 2293 - 2304. maio. 2018.

FILHO, Hermes Peixoto; OLIVEIRA, Antônio Alberto Rocha; HADDAD, Fernando. **Controle alternativo de doenças do mamoeiro**. Brasília: Embrapa, 2016. 38 p.

GALENO, E. V.; MARTINS, D. S. Evolução da produção e comércio mundial da produção de mamão. VI Simpósio do papaya brasileiro: Tecnologia de produção e mercado para o mamão brasileiro, **Anais...**, Vitória, 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal – PAM**, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.

LOPES, M. E. P. A. **Avaliação do uso da água em sistemas de irrigação localizada nas culturas do café e do mamão**. 2006. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; GOLYNSKI, A. Viabilidade econômica e de risco na cultura do mamão (*Carica papaya* L.): um estudo de caso no norte do Espírito Santo. *In*: XLIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, **Anais...**, Fortaleza, 2006.

LYRA, G. B. **Estimativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (*Carica papaya* L.) Cultivar Golden e do híbrido UENF**

**Caliman 01.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal) 160 f.- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2007.

MANICA, I.; MARTINS, D.S.; VENTURA, J.A. (Ed.) **Mamão: tecnologia de produção, pós-colheita, exportação, mercados.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. cap.9. p.207-241.

MARIN, S.L.D; GOMES, J.A.; SILVA, J.G.F.; SALGADO, J.S. Comportamento de preços de mamão do grupo Solo na região Norte do Espírito Santo destinado aos mercados nacional e internacional. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, 13., 1994 Salvador. Resumos... Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p.665.

MARQUES, P.A.A.; FRIZZONE, J.A. Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringa, v.27, n.4, p.719-727, 2005.

MARQUELLI, W. A. et al. Fertirrigação. *In: SILVA, H. R. da; COSTA, N. D. (Ed.). Melão: produção, aspectos técnicos.* Brasília: EMBRAPA, 2003. Cap. 10, p. 69-85. (Frutas do Brasil, 33).

MATOS, D. S. S. **Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro e considerações sobre amostragem em campos infestados com *meloidogyne sp.* e *rotylenchulus sp.*** Recife, PE: UFRP, Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade) \_ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 59f, 2006.

MARTINS, David dos Santos et al. **Manejo de pragas de frutíferas tropicais: Pragas do Mamão.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 37, n. 293, p.30-42, jan. 2016.

MARTINS, D. dos S. Manejo de pragas do mamoeiro. *In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F.S. da (Ed.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.* Vitória: INCAPER, 2003. cap.10, p.309-344.

MARTINS, D. dos S.; FANTON, C.J. Pragas do mamoeiro. *In: MANICA, I.; MARTINS, D. dos S.; VENTURA, J.A. (Ed.). Mamão: tecnologia de produção, pós-colheita, exportação e mercados.* Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. p.242-253.

MALAVOLTA, E. Elemento de nutrição mineral das plantas. *In: FAQUIN, V. (Org). Manual de nutrição mineral de plantas.* São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. P. 638.

MENDONÇA, T. G. de; 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*, v. 40, n. 1, p. 699-723, 2009.

MELO, D. M. et al. *Irrigation of papaya in a sandy loam soil in the semiarid of Bahia, Brazil.* **Revista brasileira de ciências agrárias**, Recife, v. 15, n. 1, p. e6193, 2020.

MEURER, E. J.; TIECHER, T.; MATTIELLO, L. Potássio. *In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. Nutrição mineral de plantas.* Viçosa – MG: SBCS, 2018.

MONTOYA, R. B. *et al.* **Demanda de potasio del tomate tipo sadette**. Disponível em: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/20/4/art391-399.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, Antonio Alberto Rocha; SANTOS FILHO, Hermes Peixoto; MEISSNER FILHO, Paulo Ernesto. Manejo de Doenças do Mamoeiro. *In*: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. p. 1 - 8.

OLIVEIRA, Antônio Alberto Rocha et al. Mamão Fitossanidade: Doenças Mamão. *In*: OLIVEIRA, Antônio Alberto Rocha et al. **Mamão Fitossanidade**. Brasília: Embrapa Comunicação Para Transferência de Tecnologia, 2000. Cap. 6, (Frutas do Brasil).

OLIVEIRA, A. M. G., et al. **Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 5-9. (Circular Técnica, 69).

PÁDUA, Tullio Raphael Pereira. **Plano estratégico para a cultura do mamoeiro 2017-2021**. DOCUMENTOS 228, Bahia, ano 2019, ed. 1, p. 1-32, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1108980/1/Documento228MarcoCantoAinfo.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M.V.; ZOLIN, C.A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; VIEIRA JOSÉ, J. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o Censo Agropecuário de 2006. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.

PIVETTA, C. R. **Posição dos gotejadores e cobertura do solo com plástico, crescimento radicular, produtividade e qualidade do melão**. 2010. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PINTO, J. M.; BRITO, R. A.L. **Equipamentos para aplicação de fertilizantes via irrigação**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2010.

RIBEIRO, Jennifer Gonçalves; SERRA, Ilka Márcia Ribeiro de Sousa; Araújo, Marcela Uli Peixoto. **Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por Colletotrichum gloeosporioides em mamão**. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 42, n. 2, p.160-164, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2023>.

ROCHA, Carlos Régis Torquato. **Crescimento e qualidade dos frutos do meloeiro sob diferentes lâminas de água e doses de potássio fertirrigado com gotejamento subsuperficial**. 2015. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 33, n.1 - edição especial, p. 76 - 91, 2011.



SAMPAIO, D. B. et al. Produtividade de melancia sob diferentes níveis de potássio, em Parnaíba, PI. *In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM*, 16., 2005, Teresina. **Anais...** Piauí: ABID, 2005.

SANCHES, Nilton Fritzens et al. Mamão Fitossanidade: Pragas. *In: OLIVEIRA, Antônio Alberto Rocha. Mamão Fitossanidade*. Brasília: Embrapa Comunicação Para Transferência de Tecnologia, 2000. Cap. 5. p. 27-36. (Frutas do Brasil).

SANTOS FILHO, H.P. *et al.* **Identificação e monitoramento de pragas regulamentadas e seus inimigos naturais na cultura do mamoeiro**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 23p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 179)

SANTOS, C. E. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**, 2013. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 136 p.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, 2010. (Texto de capa).

SILVA, Diego Rolney Magalhães da. **Fontes de adubação potássica foliar no mamoeiro e qualidade dos frutos**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SOARES, J. M.; Costa, F. F. da; Nascimento, T. **Recomendações básicas para o manejo de água em fruteiras**. Petrolina: Embrapa semiárido, 2006. Circular Técnica, 82.

SOUZA, R. O. R. M. et al. Cenário da agricultura irrigada no Estado do Pará. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 177-188, abr.- jun., 2012.

SOUZA, Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo et al. Avaliação econômica da irrigação em pomares de açaí. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.54-65, 11 mar. 2013. INOVAGRI. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v7n100004>.

SOUZA, L. da S.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. Mamão produção. *In: Frutas do Brasil*, ed 3, 2000, Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2000.

SOUZA, L. F.; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. M. G. Calagem, exigências nutricionais e adubação. *In: Trindade, A.V. (Org.) Mamão. Produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 26- 34.

STOREY, W. B. **Outlines of perennial crop breeding in the tropics**. Riverside: Citrus Research Center, University of California, 1969. p.389- 407. (Miscellaneous Papers, 4).

TAIZ, L. et. al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.

ZUFFO, Valmir José; ALEXANDRE, Rodrigo Sobreira; SILVA, Marcelo Barreto da. **Guia de identificação: pragas, doenças e sintomas abióticos do mamoeiro**. Piracicaba: Degaspari, 2012. 120 p.

## **2 - PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMÃO FERTIRRIGADO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência ocasionada pela produtividade e qualidade dos frutos do mamoeiro Solo, Cv. 'THB', em conformidade com as doses de adubação potássica no solo, aplicada via fertirrigação. O experimento foi implantado em agosto/2018 na fazenda experimental da Universidade Federal da Amazônia – UFRA, no Município de Igarapé-açu, PA, e teve duração de 18 meses. A diferenciação dos tratamentos foi iniciada no quinto mês após o plantio, com delineamento experimental de parcelas inteiramente casualizadas, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de  $K_2O$  (160; 320; 480 e 640 kg de  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>), ambas correspondendo a 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada com base na análise de solo, aplicados na forma de  $KNO_3$  na água de irrigação, juntamente com os demais adubos. Durante os 10 meses de colheita, a produtividade chegou a 57,1 t ha<sup>-1</sup> com 425,1 kg de  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>, o número de frutos 162,3 mil frutos ha<sup>-1</sup> com a dose de 460,4 kg de  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>, o peso do fruto atingido foi de 418,6 g e a relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável atingiu o valor de 13,9.

**Palavras-chave:** Carica papaya L. Nitrato de potássio. Nutrição.

## 2 - PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FERTIRRIGATED PAPAYA FRUITS UNDER DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of potassium doses supplied via fertigation on yield and fruit quality of Solo papaya, cultivar THB. The experiment was installed in August 2018 in the Experimental Station of the Federal Rural University of Amazonia, Municipality of Igarapé-Açu, State of Para, Brazil, and lasted for 13 months. The experiment was conducted in completely randomized design with four replications and treatments applications started in the fifth month after planting. Treatments were four doses of  $K_2O$  (160, 320, 480 and 640 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>) that correspond to 50, 100, 150 and 200% of recommended dose based on soil analysis. Potassium was supplied in the form of  $KNO_3$ , in the irrigation water, associated to the others fertilizers. During the ten month harvest period, the papaya yield reached 57.1 t ha<sup>-1</sup>, fruit number was 162.3 thousand fruit ha<sup>-1</sup> with the dose of 460.4 kg ha<sup>-1</sup>, the weight of the fruit reached was 418.6 g and the ratio between total soluble solids and titratable acidity reached 13.9.

**Key words:** *Carica papaya* L., potassium nitrate, plant nutrition

### 2.1 Introdução

Mormente, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical, sua descoberta se deu na região compreendida entre o sul do México e o norte da Nicarágua, pelos espanhóis. Após a descoberta, o mamoeiro foi amplamente distribuído em várias regiões tropicais, estendendo-se a 32° de latitude norte e sul, com possível introdução no Brasil em 1587 (SERRANO&CATTANEO, 2010).

Nessa perspectiva, as cultivares de mamoeiro mais exploradas no Brasil são classificadas em dois grupos: o “Solo” e a “Formosa”. Nesse entendimento, as cultivares do grupo Solo possuem alto potencial de endogamia, menor tamanho e seus frutos são destinados tanto para o mercado interno quanto o externo. Dentro desse aspecto, os municípios de Linhares-ES e Sooretama-ES são os maiores produtores de mamão do grupo ‘Solo’ (principalmente ‘Golden’ e ‘Golden THB’) para exportação e para o mercado nacional

(‘Sunrise Solo’) (SERRANO&CATTANEO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2008; MANICA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Neste contexto, a produção mundial de mamão em 2017 foi de 13,2 milhões de toneladas. Desse total, em particular, cinco países foram os que mais produziram nesse ano: a Índia, o Brasil, o México, a Indonésia e a República Dominicana. Desse modo, em 2017 o Brasil atingiu uma produção de 1.057.101 toneladas, a qual correspondeu a 7,98% da produção mundial, com uma área de cultivada de 26.526 ha e com a produtividade de 39,85 t. ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2017).

Dentro de uma análise nacional, o estado do Pará destaca-se na região norte do Brasil como o segundo maior produtor de mamão, com uma produção de 13,3 toneladas em uma área de aproximadamente 748 ha. Assim, em relação com a produção nacional, o Pará ocupa a 9ª posição, correspondendo a 1,26% do total produzido em todo país. Além disso, a produtividade atingida pelo estado foi de aproximadamente 17,83 t ha<sup>-1</sup>, colocando o estado como o 15º estado no ranking nacional (IBGE, 2017).

Nesse cenário, o agronegócio do mamão cresce no Brasil simultaneamente ao incremento tecnológico no sistema produtivo. Entretanto, há muitos obstáculos para que a cultura possa se expandir efetivamente. Nesse sentido, o autor Silva (2014) corrobora com a ideia ao afirmar que a expansão da área cultivada e o aumento da produtividade na cultura do mamão estão correlacionados à aplicação de novas tecnologias, as quais podem se expressar na melhoria das propriedades nutricionais e ao excelente sabor do fruto, além das vantagens econômico-financeiras proporcionadas pela elevada produção do mamoeiro e pelas condições favoráveis à expansão do mercado interno e, principalmente, o externo em função do alto padrão de qualidade exigido desse fruto.

Sob esse prisma, dentre os fatores que proporcionam o aumento de qualidade do fruto, o potássio é um dos nutrientes fundamentais para a qualidade do mamão, desempenhando papel fundamental no aumento do tamanho, espessura da casca, índice de acidez da polpa, desenvolvimento da raiz, controle da turgidez dos tecidos, abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, formação de proteínas, além de auxiliar na maior resistência a doenças e sendo, portanto, indispensável para obter altos índices de produtividade (SHIMAZAKI *et al.*, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2005; SOARES *et al.*, 2005).

Para além da argumentação supra, a irrigação também é compreendida como uma tecnologia que viabiliza o aumento de produtividade de mamão, possibilita a produção de mamão em locais com restrição hídrica, contribui direta e indiretamente na geração de novos empregos e renda, na redução do êxodo rural e na valorização das propriedades rurais. Por outro

lado, ressalta-se a importância da aplicação da irrigação dentro dos critérios técnicos exigidos para uma boa eficiência, pois estudos apontam que cerca de 50% do volume de água captada para irrigação é perdida, não sendo utilizada pelas plantas (FEITOSA *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2015; SOUSA, *et al.*, 2014).

Sob essa ótica, ao associar a fertilização com a irrigação no processo de fertirrigação, torna-se possível o ajuste da demanda nutricional da cultura nos períodos corretos de exigências nutricionais, aumentar a eficiência de aplicação da adubação, e reduzir as perdas por processos de lixiviação, fixação e volatilização. No entanto, é necessário conhecer os parâmetros nutricionais das plantas para adequação da fertirrigação, já que as condições edafoclimáticas são variáveis para cada local e a planta responde conforme tais condições, além das interações que poderá realizar no ambiente. (SOUSA, *et al.*, 2014).

Com isso, o objetivo desse trabalho visa avaliar as influências ocasionadas por quatro diferentes doses de potássio, aplicada via fertirrigação, nos parâmetros de produtividade e qualidade de fruto do mamoeiro, cultivar THB. Nesse diapasão, o estudo testará a hipótese da influência da adubação controlada nos resultados da produção do mamão.

## 2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo, no período compreendido entre julho/2018 a fevereiro/2020, na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), cujas coordenadas geográficas são 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, altitude 54 m, no município de Igarapé-Açu, no Nordeste do estado do Pará. Nesse viés, destaca-se que o clima da região é do tipo Am, pela classificação de Köppen, quente e úmido, com temperaturas médias anuais de 25 a 32 °C e 2500 mm a 3000 mm de precipitação anual. (PACHÊCO; BASTOS, 2011).

Dessa maneira, a coleta dos dados climáticos durante o experimento foi realizada com auxílio de uma estação meteorológica automática portátil (Vantage Pro2, Davis), instalada próximo a área do experimento. Assim, os dados eram medidos a cada 2,5 segundos e as médias totais calculadas para cada 15 minutos.

Com vista a isso, a cultivar THB utilizada nesse estudo faz parte do grupo solo. Tal grupo apresenta como características uma boa uniformidade vegetativa, a produção elevada e de boa sanidade. Desse modo, os frutos apresentam formato piriforme e a polpa de coloração alaranjada com textura firme, com comprimento e diâmetro de fruto aproximadamente 150 a 87 mm, respectivamente. É válido ressaltar também que a colheita iniciou aos 8 meses após o plantio.

O estudo foi desenvolvido em uma área em que o solo do experimento foi classificado originalmente como Argissolo Amarelo Distrófico de textura arenosa média. Nesse ínterim, a coleta de solo, para análise química e física foi realizada nas profundidades 0 – 20 e 20 - 40 cm. Com isso, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resultado de análise química e física de solo da área do experimento.

Profundidade (cm)	Atributos												
	pH	Saturação		CTC		Ca	Ca+Mg	Al	H+Al	P	K	Na	
		Base	Alumínio	Total	Efetiva								
H <sub>2</sub> O	v%	m%	----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----										
0-20	5.24	39.56	5.68	0.06	13.76	1.75	2.45	0.11	2.79	13	19	7	
0-40	5.02	41.26	13.91	0.06	13.76	1.14	1.55	0.19	1.67	4	6	5	
Granulometria g kg <sup>-1</sup>													
Areia Grossa		Areia fina		Silte		Argila total							
0-20		449		315		76						160	
0-40		387		219		114						280	

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental – Laboratório de solos.

Para a construção prática do trabalho, o delineamento experimental utilizado foi em parcelas, em blocos casualizados, com quatro repetições. Desse modo, os tratamentos foram constituídos por quatro doses de potássio 160, 320, 480 e 640 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> o que equivale a 50%, 100%, 150% e 200%, respectivamente, do recomendado com base na análise de solo (SOUSA *et al.*, 2014).

No campo, o espaçamento utilizado foi 4,0 m entre as fileiras duplas, 2,0 m entre as fileiras simples e 2,0 m entre plantas. Assim, cada parcela possuía a dimensão de 6,0 m de largura por 7,0 m de comprimento, comportando 7 plantas, das quais 3 plantas por parcela foram identificadas para coleta de dados.

No preparo do solo, foi adotado o sistema tradicional, com utilização de grade aradora e niveladora. Na primeira etapa, realizada em 60 dias antes do plantio, foi aplicado 1,85 t ha<sup>-1</sup> de calcário, recomendado com base na análise de solo (Tabela 1) para corrigir a acidez do solo e elevação da saturação por bases (V) para 80%.

Seguindo o processo, as quantidades de adubos aplicados nos primeiros 5 meses após o transplantio, foi de 60 kg N, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg K<sub>2</sub>O por hectare. Todo fósforo foi aplicado na cova e o “N” e “K” em cobertura, dividido em três aplicações. Os adubos utilizados foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Além desses, foi acrescentado também a adubação foliar contendo 1% de K, 2% Mg, 3% de B, 1% Fe, 7% Mn, 0,2% Mo, 10% Zn, 12,7% S com solubilidade de 260g L<sup>-1</sup>; realizadas em quatro aplicações com base na recomendação de 1,5 kg

ha<sup>-1</sup>. Já a partir do 5º mês, em janeiro de 2019, a adubação foi realizada via fertirrigação com base na recomendação por hectare: 280 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 320 kg K<sub>2</sub>O. Os adubos utilizados na fertirrigação foram: uréia, map-purificado e nitrato de potássio. Durante a fase de aplicação da fertirrigação a adubação foliar foi mantida, porém com uma aplicação a cada 30 dias (COELHO *et. al.*, 2014).

É relevante ressaltar que, o monitoramento das pragas e doenças era realizado uma vez a cada 15 dias, no qual a partir do 4º mês da cultura em campo, foi iniciado a aplicação de fungicida a base de Dithiocarbamate com o preparo da calda a base de 200g 100L<sup>-1</sup>. Nesse contexto, as aplicações foram realizadas com bomba costal de 20 litros e foi aplicado um total de 100 L por aplicação, com acréscimo de um adesivo espalhante. Além disso, quando detectado presença de ácaro, era adicionado na calda fúngica um acaricida a base de abamectina.

Nos quatro primeiros meses da cultura no campo, foram realizados os seguintes procedimentos: uma capina manual, uma aplicação de esterco de carneiro curtido na proporção de 3,0 kg por planta, amontoa e, a partir do 5º mês, foram adotadas as capinas químicas a base de glifosato. Feito isso, quando as mudas foram transplantadas para área experimental, inicialmente, a irrigação era realizada por mangueira santeno, na qual se aplicava a lâmina de água de 2,5 mm dia<sup>-1</sup>, sempre que o pluviômetro da estação meteorológica registrava 0 mm de chuva durante o dia anterior; tal coleta era realizada nas primeiras horas do dia e a leitura era anotada em uma planilha e, caso fosse necessário realizava-se a aplicação da lâmina adotada. Após o 5º mês, manteve-se a metodologia de reposição da lâmina, porém, em caso de ausência de chuvas, aplicava-se 3,5 mm nas primeiras horas do dia seguinte. Vale ressaltar que, nesse período, as irrigações eram realizadas por sistema de gotejamento que também era acionado para a realização das fertirrigações.

Esse sistema adotado para irrigação baseou-se em estudos realizados para a cultura do mamoeiro que afirmam um bom desenvolvimento para cultura em condições de precipitações anual acima de 1200 mm, bem distribuídas ao longo do ano, além do que a cultura apresenta um consumo médio de aproximadamente 18 litros de água por dia, em evapotranspiração de aproximadamente 3,5 mm dia<sup>-1</sup> (LYRA, 2007; FARIA *et al.*, 2009).

É válido destacar que a parte estrutural do sistema de irrigação e fertirrigação era composto de uma caixa d'água de 5000 litros, um conjunto moto bomba de 1 ½ c.v. centrífuga, 1 filtro, dois manômetros, sendo um de controle da pressão de entrada e outro na saída da filtragem. A linha de sucção e de recalque foram compostas por tubos PVC 32 mm. Na saída do conjunto moto bomba, a linha de recalque foi ampliada para PVC azul PN40 de 50 mm,



mantido o diâmetro até a individualização das parcelas. A condução da água na parcela foi realizada através de tubulações de polietileno de 16 mm de diâmetro, controlada por um registro individualmente. Cada parcela era composta de 4 fileiras de mangueiras gotejadoras de 16 mm com gotejadores espaçados em 15 cm e vazão de 1,4 L h<sup>-1</sup>, submetidos a uma pressão de 10 m.c.a.

O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi calculado com base no volume coletado dos dois gotejadores centrais de cada parcela, totalizando 40 coletas. Ao utilizar a Equação 1, obteve-se 98,46% de uniformidade com 1,4 L h<sup>-1</sup> de vazão média por gotejador.

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100 \quad (1)$$

em que:

CUD – Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, %;

q<sub>25</sub> – média de ¼ das vazões com menores valores;

q<sub>m</sub> – média de todas as vazões.

Dessa forma, as fertirrigações com os respectivos tratamentos iniciaram no 5º mês e foram realizadas a cada 15 dias. É pertinente salientar que, o sistema foi composto de um tanque de mistura de 50 litros, acoplado na tubulação conectada à caixa d'água e ao conjunto moto-bomba. Outro ponto relevante é a questão do fornecimento de água/reabastecimento do tanque, o qual era feito com uma tubulação conectada na parte de recalque, logo acima da bomba d'água, sendo que esse método era utilizado tanto para o abastecimento de água quanto para agitação da solução, facilitando a dissolução. Por fim, a inserção de solução nutritiva no sistema de irrigação ocorria com a abertura do registro localizado na tubulação logo abaixo do tanque, auxiliada pela sucção realizada pelo conjunto moto-bomba. O sistema de preparo e volume de calda basearam-se no princípio da solubilidade dos adubos utilizados (MIRANDA, *et al.*, 2018).

$$VOL = \frac{AD}{C} - \frac{AD}{d} \quad (2)$$

em que:

VOL – Volume total de calda, litros;

AD – quantidade de adubo a ser adicionado, kg;

C – coeficiente da equação, 0,1;

d – densidade do adubo, kg L<sup>-1</sup>;

As colheitas iniciaram na segunda quinzena de abril/2019, ou seja, 4 meses após a sexagem e eram realizadas a cada 15 dias. Desse modo, as colheitas foram realizadas até o mês de fev/2020. Os frutos eram colhidos ao apresentarem os primeiros sinais de amarelos na

superfície da casca, ou seja, a partir do estágio de maturação 1, conforme classificação proposta por Ritzinger e Souza (2000).

Após colheita, os frutos foram contados, medidos e pesados, obtendo assim os seguintes dados: o comprimento de fruto (mm), diâmetro de fruto (mm), peso do fruto (g), número de frutos por planta (unidade), número de frutos comerciais (unidade), produtividade total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e produtividade comercial ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

**Foto 1** – Plantas do experimento após 5 meses do início da colheita



Fonte: registro realizado pelo autor.

Para além da perspectiva quantitativa, as análises das variáveis de qualidade do fruto foram realizadas no laboratório do Centro de Tecnologia Agropecuária (CTA) da Universidade Federal Rural da Amazônia. Nesse sentido, após os exames de campo os frutos foram conservados na temperatura de  $20 \pm 1$  °C, para realização das análises.

Para a verificação em laboratório, os frutos foram selecionados com o padrão aceito pelo mercado (frutos de plantas hermafroditas, bem desenvolvidos e sadios) e em estágio de maturação 3, conforme classificação proposta por Ritzinger e Souza (2000). Sob esse viés, a determinação dos Sólidos Solúveis Total (SST) foi realizada com auxílio de um refratômetro analógico com a quantidade de uma gota de polpa depositada no prisma do equipamento, com leitura em grau BRIX. Já o potencial de hidrogênio (pH) foi aferido pelo medidor de pH de bancada modelo JK-PHM-005 High-Precision; a acidez titulável total (ATT), realizada por meio de titulação volumétrica da solução de hidróxido de sódio 0,9899 N com a solução composta de 50 mL de água destilada, na qual adicionou-se 5g de amostra de polpa do fruto, e como indicador foi utilizado a fenolftaleína a 1%. A determinação da relação SST/ATT foi calculada pela divisão dos valores de °Brix, pelos valores de percentual de acidez titulável total.

**Foto 2** – Etapas adotadas para realização das análises de qualidade de fruto.



Fonte: registro realizado pelo autor.

Para verificar os efeitos das doses de potássio nas variáveis avaliadas, foi realizado uma análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. Quando ocorreu diferença significativa, foi realizada análise de regressão. As análises foram realizadas com o programa AgroEstat (MALDONADO, 2011).

## 2.3 Resultados e Discussão

### 2.3.1 Análise de variância

Na tabela 2 pode-se observar a análise de variância das variáveis relacionadas à produtividade e biometria de frutos. De maneira geral, apenas a variável diâmetro do fruto que não apresentou diferença significativa para as doses de potássio.

**Tabela 2** Respostas estatísticas da produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), número de frutos totais (NFT), número de frutos comerciais (NFC), comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF) e peso de fruto (PF) em função das diferentes doses potássio aplicado via fertirrigação.

FV	Variáveis						
	PT	PC	NFT	NFC	CF	DF	PF
Doses de K	89,92**	37,70**	51,12**	23,46**	5,18*	0,61 <sup>NS</sup>	11,9**
Reg. Lin.	137,47**	59,60**	72,33**	32,35**	0,07 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>
Reg. Polin.	109,15**	42,56**	63,85**	33,65**	13,07**	1,12 <sup>NS</sup>	34,52**
Reg. Cúbica	23,15**	10,52*	17,15**	4,37 <sup>NS</sup>	2,42 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>
C.V.	1,4859	4,00	4,98	4,59	6,07	4,35	0,71

Valores F seguidos de \*\*= 1% de probabilidade, \*= 5% de probabilidade e <sup>NS</sup>= não-significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de regressão para as variáveis que apresentaram diferença, todas se ajustaram ao modelo de regressão polinomial.

Já na tabela 3, pode-se observar a análise de variância das variáveis relacionadas à qualidade de frutos. Já nesse caso, somente a variável pH não apresentou diferença significativa.

Semelhante às variáveis de biometria de frutos e produtividade, as variáveis de qualidade de frutos ajustaram-se ao modelo polinomial.

**Tabela 3** Respostas estatísticas da qualidade química dos frutos, sólido solúveis totais (SST), potencial de hidrogênio (pH), acidez titulável (ACT) e a relação entre o SST/ACT em função das diferentes doses de potássio aplicado via fertirrigação.

FV	Variáveis			
	SST	pH	ACT	SST/ACT
Doses de K	5,49*	1,18 <sup>NS</sup>	4,06*	5,92*
Reg. Lin.	15,72**	2,30 <sup>NS</sup>	1,29 <sup>NS</sup>	8,78*
Reg. Quad.	0,62 <sup>NS</sup>	3,20 <sup>NS</sup>	10,65**	8,80*
Reg. Cúbica	0,15 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>
C.V.(5%)	6,26	9,32	16,80	1,19

Valores F seguidos de \*\*= 1% de probabilidade, \*= 5% de probabilidade e <sup>NS</sup>= não-significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.3.2 Características climáticas

Para o monitoramento das condições climáticas, foram utilizados os dados da estação Davis vantage pro 2, instalados próximo ao experimento, a uma distância de 5 metros da área experimental. Pôde-se assim, obter as variações de temperatura e precipitação observadas durante a condução do experimento (Figura 1).

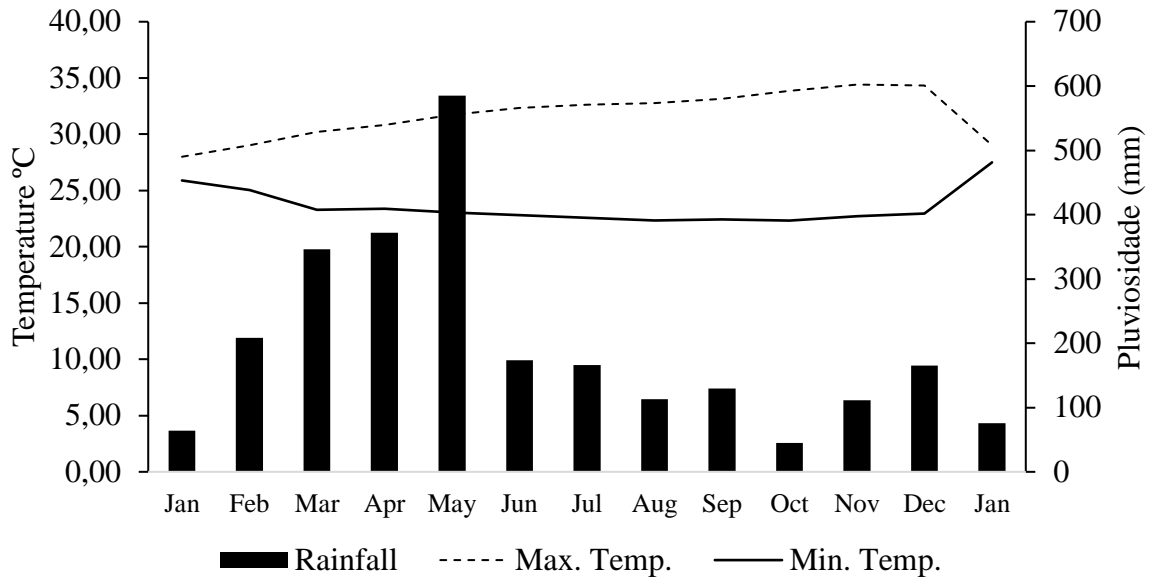
O índice pluviométrico na área do experimento foi bastante elevado (Figura 1), haja vista que apresentou resultados que atingiram 285,39 mm de chuva, valor atípico no período correspondente aos três meses menos chuvoso do ano -setembro a novembro- visto que, segundo estudos realizados por Cordeiro *et al.* (2009), o referido período se manteria em uma faixa equivalente a 29 e 75 mm. Além disso, ressalta-se que o volume de chuva no ano de 2019 foi de 2477,80 mm, do qual 70% choveu no primeiro semestre.

O valor total de 2019 e a lâmina de água recebida pelo experimento (chuva + irrigação) referente ao ano de 2018 e janeiro de 2020, totalizou em 2.994,03 mm. Apesar do elevado índice pluviométrico registrado durante todo experimento é importante ressaltar que Coelho e Oliveira (2004), relatam que a cultura do mamão é exigente em irrigação consumindo um valor superior a 1200 mm água por ano.

Dentro do contexto supracitado, as irrigações ocorreram de forma mais frequentes nos primeiros 5 meses de estabelecimento da cultura no campo e com pouca expressividade no segundo semestre de 2019. Nesse sentido, o total de lâmina aplicada, via sistema de irrigação, correspondeu a 7% do total de água recebida pela cultura.

Nesse contexto, quanto à variável temperatura, foi registrado uma faixa média de 22,33 °C a 34,42 °C, a qual está próxima da faixa considerada como ideal para o bom desenvolvimento da cultura do mamoeiro, 22°C e 28°C, Figura 1 (SOUZA, COELHO e OLIVEIRA, 2000).

**Figura 1** Representação dos dados climáticos coletados na área experimental durante a aplicação dos tratamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

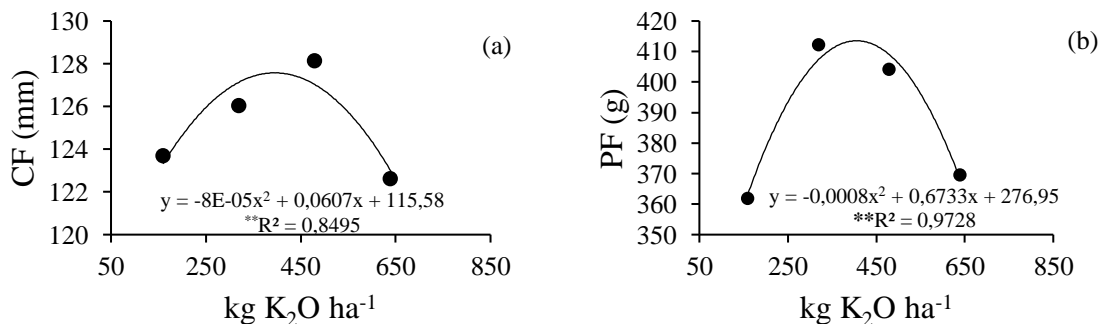
Em relação ao período do experimento, os valores estão próximos dos considerados ideais para o desenvolvimento e a produção de mamão. De acordo com Ramalho *et al.* (2011), a precipitação média anual de 1.500 mm a 2.000 mm e a temperaturas médias entre 25 e 29°C são ideais para o cultivo de mamão.

### 2.3.3 Biometria de frutos

Dentre as variáveis observadas para a biometria de frutos, apenas o comprimento e peso de frutos apresentaram diferença significativa. Com vista disso, elas apresentaram melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrática em relações às doses de potássio estudadas (Figura 2).

O comprimento de fruto apresentou valor máximo com a dose de potássio de 379,4 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo 127,1 mm de comprimento (Figura 2a).

**Figura 2** -Representação às respostas das variáveis de biometria de frutos, comprimento de fruto (CF) (a) e peso de fruto (PF) (b), em função das diferentes doses de potássio



\*\*= 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse debate, o acréscimo de potássio acima da dose ótima encontrada, ocasionou a redução no comprimento de fruto. Os resultados obtidos aproximaram-se de estudo conduzido por Marinho et al. (2008), que avaliou a produtividade e qualidade de frutos de mamão da cultivar ‘Golden’ sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio, obtendo uma média de comprimento de fruto em 135,9 mm.

Fagundes e Yamanishi, (2001) e Reis *et. al.* (2015), também ao examinarem características físicas de mamão, encontraram em seus respectivos experimentos resultados na faixa de 124mm a 145mm, e 139mm, respectivamente. O peso de frutos apresentou valores máximos com a dose de potássio de 420,8 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo 418,6 g (Figura 2b).

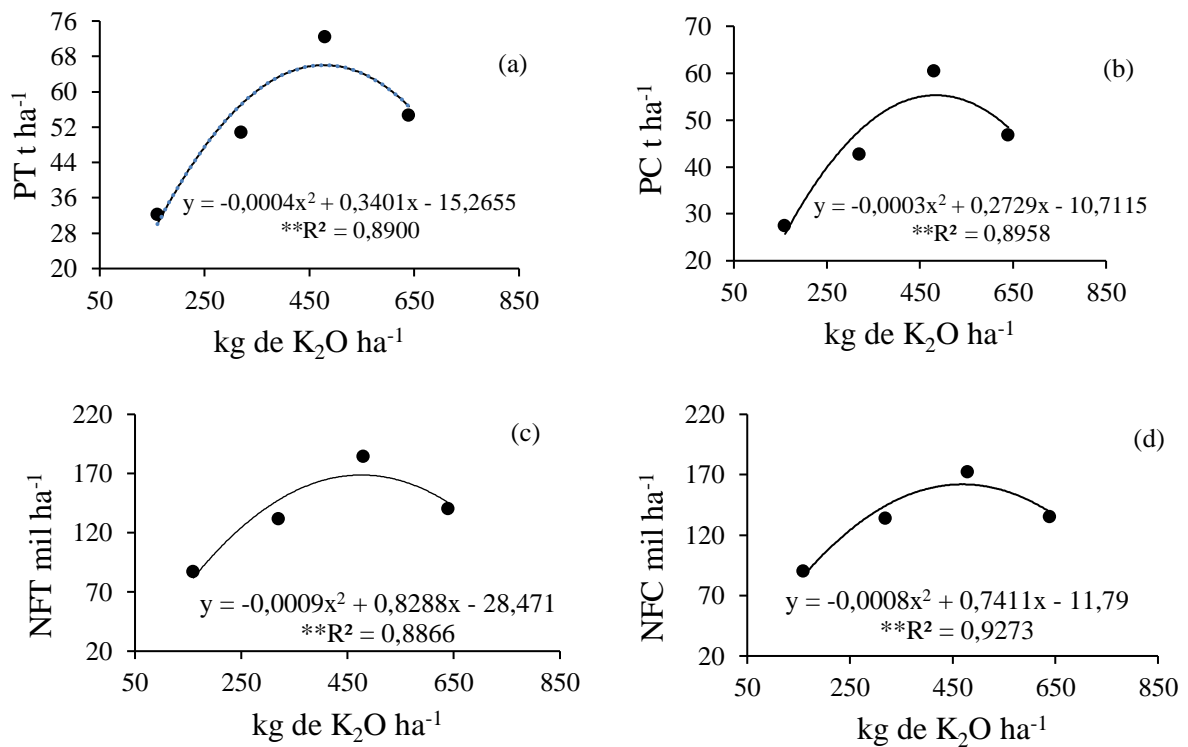
Os pesos dos frutos tiveram resultados equivalentes a diversos trabalhos desenvolvidos pelo grupo solo e que encontraram valores dentro dos padrões do grupo (300 a 650 g) (DANTAS *et al.*, 2015; LEDO *et al.*, 2018; BARROS *et al.*, 2017). Dito isso, o peso médio dos frutos foi cerca de 420 g, ficando dentro do padrão de aceitação dos mercados interno e externo, pois, cada país tem exigências diferentes quanto ao peso e ao tamanho dos frutos. Confirma-se isso ao observar que o mercado suíço, por exemplo, tem preferência por frutos na faixa de 290 a 349 g, os mercados alemão e francês, por frutos na faixa de 350 a 439 g, e o português, por frutos maiores, variando de 449 a 650 g (BALBINO & COSTA, 2003).

Verifica-se no experimento a influência positiva do potássio em relação às características físicas em função da melhoria do enchimento do fruto. Ressalta-se também que, as suas funções de transferência de carboidratos da folha para o fruto, melhora o teor da polpa, o tamanho do fruto e, conseqüentemente, o seu peso. Desse modo, as aplicações de potássio distribuídas em doses frequentes fornecem as mais elevadas respostas de produtividade, principalmente em áreas de alta pluviosidade e solos de textura média (TAIZ *et al.* 2017).

#### 2.3.4 Produtividade e número de frutos

Na Figura 3 estão apresentados os gráficos de produtividade de frutos total (PT), produtividade de frutos comercial (PC), número de frutos total (NFT) e número de frutos comercial (NFC). Nessa senda, pode se observar que, para todas as variáveis o modelo de regressão polinomial foi o que mais se ajustou aos dados. Nota-se também, que o valor das variáveis aumentam com o aumento da adubação potássica, porém a partir da dose que obteve valor máximo, inicia-se um decréscimo, resultando no desperdício de fertilizante e justificando a importância de ajustes a serem adotados com base na adubação de potássio para a cultura do mamoeiro.

**Figura 3** Representação às respostas das variáveis de produtividade de fruto, produtividade total (PT) (a), produtividade comercial (PC) (b), número de frutos total (NFT) (c) e número de frutos comercial (NFC) (d), em função das diferentes doses de potássio.



\*\*= 1% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que o mamoeiro possui uma maior sensibilidade a doses de potássio inferiores ao recomendado, influenciando negativamente na produção. Isso pode ser explicado pela função exercida do nutriente na planta, no qual em menores doses afeta diretamente o seu processo bioquímico, influenciando na sua área foliar e seu ponto de crescimento, que irá impactar no número de frutos por planta (MEURER *et al.*, 2018).

Nessa rotina, os resultados obtidos com as 20 colheitas, realizadas no período de final de abril de 2019 a início de fevereiro de 2020 (10 meses e oito dias), ambas mantidas com intervalo de 15 dias, com sistematização dos dados para visualizar a produtividade de frutos totais (PT) e produtividade de frutos comerciais (PC) (Figura 3). Dentro dessa análise, 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 89,6 e 1,48, 37,7 e 4,00, respectivamente. Portanto, os valores de máxima produtividade alcançada, tanto para a variável PT quanto para PC, foram  $57,1 \text{ t ha}^{-1}$  com  $(425,1 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1})$  e  $51,4 \text{ t ha}^{-1}$  com  $454,8 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ , respectivamente. Tais resultados foram semelhantes ao observado no trabalho de Marinho *et al.* (2008), os quais analisaram as respostas de produtividade e qualidade de fruto

da cultivar Golden no período de colheita de 11 meses e 21 dias, obtendo uma produtividade de 79,4 t ha<sup>-1</sup>.

Nas doses de 160 kg ha<sup>-1</sup>, 320 kg ha<sup>-1</sup>, 480 kg ha<sup>-1</sup> e 640 kg ha<sup>-1</sup> de potássio não houve diferença acentuada para os valores de PC, sendo encontrados valores médios de 27,42 t ha<sup>-1</sup>, 42,6 t ha<sup>-1</sup>, 60,4 t ha<sup>-1</sup> e 46,74 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. É importante ressaltar que, os rendimentos encontrados mantiveram-se acima da produtividade média do estado do Pará, que fechou com 15,00 t ha<sup>-1</sup> no ano de 2018 (IBGE, 2018). A PT obtida por meio da equação de ajuste, 57,1 t ha<sup>-1</sup>, foi superior à média estadual em 380,7%, com a dose de 425,1 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (Figura 3a).

A produtividade comercial reduziu 9,98% em relação a produtividade total. Entretanto, vale ressaltar que a PC obtida também é superior à média estadual da produtividade total do estado do Brasil, demonstrando que a adubação potássica via fertirrigação proporciona aumento de produtividade.

A PT e PC encontradas neste estudo é superior à média estadual, bem como, aos resultados obtidos por Albuquerque et al. (2019) e Dantas et al. (2015), no qual obtiveram produtividade total acima de 40 t ha<sup>-1</sup>. Essa diferença pode estar relacionada à adubação potássica adotada, o nível de parcelamento, o controle efetivo de pragas e doenças e às condições climáticas. O trabalho realizado por Barros et al. (2017) compara variáveis desde o desenvolvimento, passa pela produtividade e qualidade de frutos em diferentes genótipos do grupo formosa e solo, e evidenciaram que a produtividade no período de inverno foi inferior ao verão para todos os genótipos estudados nos dois grupos (solo e formosa).

Além disso, a diferença de produtividade alcançada por outros estados utilizando o mesmo grupo (solo), demonstra o baixo nível tecnológico utilizado no cultivo de mamão no estado do Pará. Tais resultados inferem que para a máxima produtividade da cultura do mamoeiro na região estudada, faz-se necessária a aplicação de dosagens maiores de potássio.

Na Figura 3c e 3d são apresentados os resultados referentes ao número de frutos totais e comerciais por hectare. De acordo com a equação de ajuste, o número de frutos totais máximo encontrado foi de 162,3 mil frutos ha<sup>-1</sup> c a dose de 460,4 kg ha<sup>-1</sup>. Para o número de frutos comerciais, o máximo valor encontrado foi de 159,8 mil frutos ha<sup>-1</sup> com a dose de 463,2 kg ha<sup>-1</sup>. Esses valores reforçam a relevância da disponibilidade de potássio para planta em parâmetros ligados aos frutos. Já que o potássio possui funções relevantes no metabolismo vegetal em função da ativação enzimática, regulador no processo da fotossíntese, regulação da translocação de nutrientes, transporte de carboidratos e na respiração (SHIMAZAKI *et al.*, 2007; MEURER *et al.*, 2018).

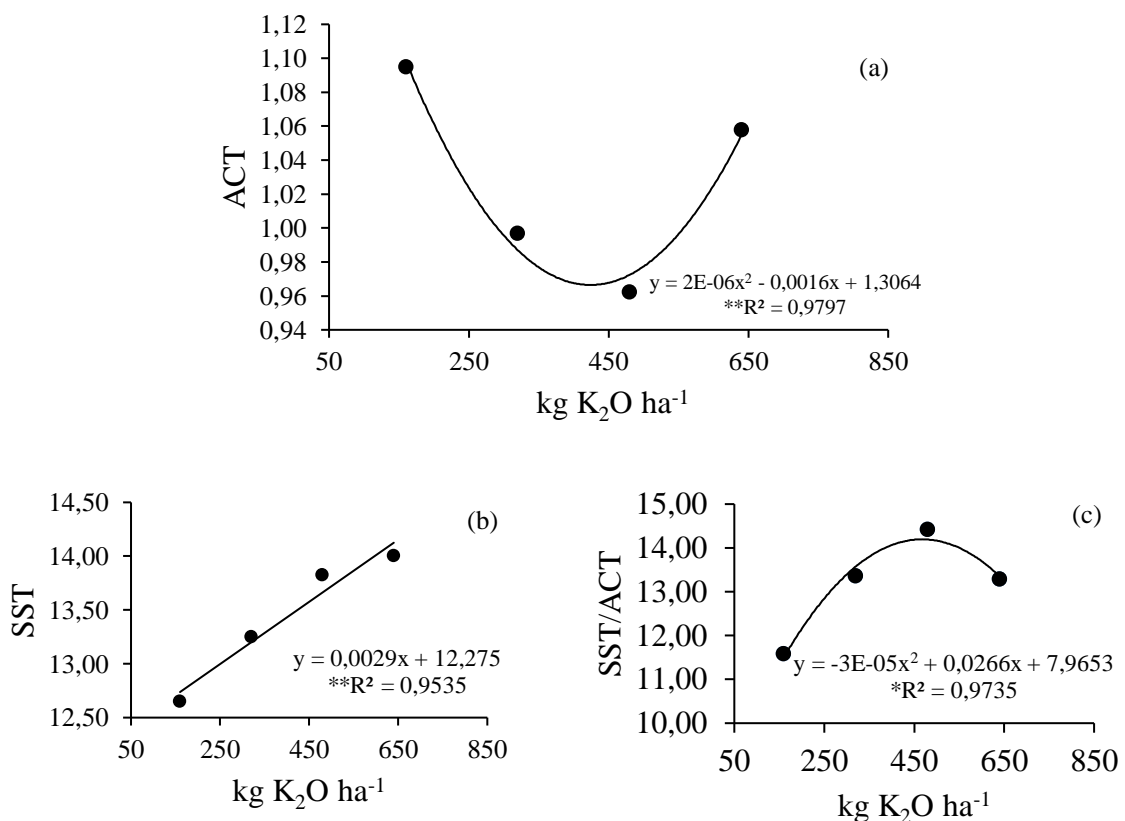


O NFC encontrado neste estudo encontra-se dentro da faixa obtida por Rezende (2016) analisando a produtividade e qualidade dos frutos de mamoeiro em diferentes densidades. Porém, os resultados encontrados ficaram ligeiramente abaixo dos resultados encontrados por Marinho et al. (2010) que estudou a qualidade e produtividade do híbrido UENF/CALIMAN01 com diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio.

### 2.3.5 Qualidade de frutos

Na Figura 4 estão apresentados os gráficos de sólidos solúveis totais (SST) (a), acidez titulável (ACT) (b) e SST/ACT (c).

**Figura 4** Representa às respostas das variáveis de qualidade química de fruto, acidez titulável (ACT), sólido solúveis totais (SST) e a relação de ambas as variáveis (SST/ACT), em função das diferentes doses de potássio



\*\*= 1% de probabilidade, \*= 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor.

A variável SST, diferente de todas as demais variáveis estudadas, foi a única que apresentou ajuste para o modelo de regressão linear (Figura 4b). Os valores de SST (°Brix) variaram de 12,7 a 14,1 para as diferentes doses de potássio aplicadas. A dose de 640 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi a que apresentou maior valor de teor de sólidos solúveis totais com tendência de aumento no caso do aumento nas doses de K<sub>2</sub>O. Segundo Havlin et al. (1993), o aumento do

SST a maiores doses de adubação potássica pode ser explicado pelo aumento de CO<sub>2</sub> absorvido em forma de açúcar durante o processo de fotossíntese.

O SST (°Brix) encontrado nos frutos analisados no estudo foram superiores aos encontrados nos trabalhos desenvolvidos por Dantas *et. al.* (2015) e Barros *et. al.* (2017). E se encontraram dentro dos padrões encontrados por Reis *et. al.* (2015).

O Ministério da Agricultura – MAPA por meio da portaria DAS nº58/2016, que estabelece os parâmetros mínimos de identidade e qualidade de polpa de frutas, exige um mínimo de 9,0 °Brix para polpa de fruta de mamão, dessa forma, os resultados obtidos no estudo se adequam às exigências estabelecidas.

Para a variável ACT, o modelo de regressão que se ajustou aos dados foi o modelo polinomial. O ACT obteve valor máximo de 0,986 com a dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4b).

Os resultados de ACT encontrados nesse trabalho corroboram aos encontrados por Barros *et al.* (2017) que estudaram diferentes genótipos dos grupos solo e formosa em diferentes épocas de plantio. Entretanto, estão acima dos encontrados por Dantas *et al.* (2015) que avaliaram diferentes híbridos e linhagens de mamão.

Para a variável SST/ACT, o modelo de regressão que se ajustou aos dados foi o modelo polinomial. O SST/ACT obteve valor máximo de 13,9 com a dose de 443,3 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4c). Com essa dose pode-se aferir que os frutos possuem melhor sabor e características organolépticas em comparação às demais doses de potássio.

Os valores obtidos da relação se encontram superiores as faixas encontradas em diferentes localidades no trabalho desenvolvido por Silva *et. al.* (2015) e dentro dos parâmetros encontrados por Ferraz (2012) para o grupo ‘Sunrise Solo’.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que a relação entre os sólidos solúveis totais e os ácidos tituláveis totais são um importante indicador da qualidade e sabor dos frutos, onde dentro do processo de maturação há uma elevação dos índices de açúcares e diminuição dos ácidos, dessa forma, quanto maior o valor absoluto dessa relação, mais adocicada é a polpa.

## CONCLUSÕES

Durante 10 meses de colheita, a produtividade chegou a 57,1 t ha<sup>-1</sup> com 425,1 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, 162,3 mil frutos ha<sup>-1</sup> alcançado com a aplicação de 460,4 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, o peso médio do fruto atingido foi de 418,6 g e a relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável foi de 13,9.

Portanto, em virtude das condições em que essa pesquisa foi desenvolvida e em função dos resultados obtidos, recomenda-se a aplicação de 450 kg ha<sup>-1</sup> de potássio via fertirrigação para o cultivo do mamoeiro.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. H. S., Soares, I., Aquino, B. F., Miranda, F. R., Dutra, I. (2019) Evaluation of NPK doses on the production of papaya ‘Caliman 01’. *Revista Ciência Agronômica*. 529-535. DOI: 10.5935/1806-6690.20190062
- ARAÚJO, R. C.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; Salomão, L. C. C.; VENEGAS, V. H. A.; DIAS, J. M. M.; PEREIRA, W. E.; SOUZA, J. A. de (2005) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*. p.128-131
- BALBINO, J. M. S., COSTA, A. F. S. (2003) Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do “grupo solo” e padrão de qualidade. *In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A.F.S. da. (Ed.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. p.389-402.
- BARROS, F. L. S., KUHL CAMP, K. T., ARANTES, S. D., MOREIRA, S. O. (2017) *Productivity and quality of Formosa and Solo papaya over two harvest seasons*. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 599-606. DOI: 10.1590/S0100-204X2017000800005
- BARROS, G.B. de A., AREDES, F.A.S., RAMOS, H.C.C., CATARINA, R.S., PEREIRA, M.G. (2017) *Combining ability of recombinant lines of papaya from backcrossing for sexual conversion*. *Rev Ciência Agronômica* 48: 166–174.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F. DA; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. *In: COELHO, Eugênio Ferreira et al. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças*. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 15. p. 441-472.
- Dantas, J. L. L., Lucena, R. S., Vilas Boas, S. A. (2015) Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 138-148. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-022/14>
- FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 2017. Disponível em:<http://faostat3.fao.org/home/e>. Acesso em: 19 outubro 2019.

FAGUNDES, G. R., YAMANISHI, O. K. (2001) Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. 2001.

Feitosa, E. O.; Araújo, A. F. B.; Lopes, F. B.; Andrade, E. M.; Bezerra, F. M. L. (2018) Análise de custo e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 2293 – 2304.

FERRAZ, R. A.; BARDIVIESSO, D. M.; LEONEL, S. Caracterização físico-química das principais variedades de mamão 'solo' comercializadas na CEAGESP/SP. **Magistra**, Cruz das Almas, v.24, n.3, p. 181-185, 2012.

IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Produção Agrícola Municipal** (IBGE – PAM). Disponível em:

<sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 15 set. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra - Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 29. Setembro. 2019.

LEDO, C.A. S., BORGES, V. P., SILVA, S. O., REIS, R. C., VIANA, E. S., OLIVEIRA, A. M. G. (2018) Caracterização físico-química de frutos da linhagem elite de mamoeiro cmf 178. VII Simpósio do papaya brasileiro produção e sustentabilidade hídrica. **Anais...**

LIMA, R. S. N.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; MARTINS, A. O.; SILVA DE DEUS, B. C.; FERRAZ, T. M.; GOMES, M. M. A.; SOUSA, E. F.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. (2015) *Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya*. **Scientia Horticulturae** 13–22.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. (2004) Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. 160-163.

OLIVEIRA, M. V. A. M.; VILAS BÔAS, R. L. (2008) Uniformidade de distribuição do potássio e do nitrogênio em sistema de irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**. 95-103.

MEURER, E. J., TIECHER, T., MATTIELLO, L. POTÁSSIO. *In*: FERNANDES, M. S., SOUZA, S. R., SANTOS, L. A. (2018) **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

MANICA, I.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. **Mamão: Tecnologia de produção, póscolheita, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 361p.

MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; DAHER, R. F.; CARVALHO, C. M.; MEIRELES, R. C. (2010) Produtividade e qualidade do fruto do mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Agropecuária Técnica**, Areia. p. 22-28.

MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. DE; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H. (2008) 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**. p. 417-426. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162008000300003>.

- PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X., (2011) Boletim agrometeorológico de 2008 para Igarapé-açu. *Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental*. ISSN 1983-0513.
- RAMALHO, A. R.; SOUZA, V. F.; SILVA, M. J. G. DA; JUNIOR, J. R. V.; CASSARO, J. D. (2011) Condições agroclimáticas e riscos tecnológicos para cultura do mamoeiro em Rondônia. **Embrapa Rondônia-Comunicado Técnico (INFORTECA-E)**. 2017.
- REIS, R. C.; VIANA, E. DE S.; JESUS, J. L. DE; DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S. (2015) Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. p.210-217.
- RITZINGER, C. H. S. P., SOUZA, J. S. (2000) **Mamão: Fitossanidade**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 91p.
- SERRANO, L. A. L., CATTANEO, L. F. (2010) O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. p.657 – 959.
- SOARES, A. G.; TRUGO, L. C.; BOTREL, N.; SOUZA, L. F. DA S. (2005) *Reduction of internal browning of pineapple fruit (Ananas zomusus L.) by preharvest soil application of potassium. Postharvest Biology and Technology*. 201- 207.
- SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (2014) **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 2 ed., Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 771.
- SHIMAZAKI, K. I.; MICHIO, D.; SARAH, M. A.; TOSHINORI, K. (2007) *Light regulation of stomatal movement. Annual Review of Plant Biology*. 219-247.
- SILVA, D. R. M. (2014) **Fontes de adubação potássica foliar no mamoeiro e sua relação com a produtividade e qualidade dos frutos**. 64 p. 2014. Dissertação – Universidade Federal do Ceará – UFC.
- SILVA, M. S.; FERRAZ, R. A.; LEONEL, S. Características físicas e físico-químicas de mamões 'Formosa' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 16, n. 1, p. 42-48, 2015.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. (2017) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto alegre: Artmed.

### 3 - VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE MAMÃO FERTIRRIGADO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO

#### RESUMO

O Brasil possui uma atuação de destaque no mercado nacional e internacional de mamão. Para otimizar esta produção faz-se necessário o uso de tecnologias como a de fertirrigação. Todavia, compreender a viabilidade econômica da implementação deste sistema, é de suma importância para estimular o uso de tal tecnologia. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo do mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, aplicados por sistema de irrigação por gotejamento, na região de Igarapé-Açu, localizada no Nordeste paraense. A metodologia utilizada neste trabalho para aferir a viabilidade econômica foi adaptada de Reis (2007), Sousa (2017) e Mendonça et al (2009), a qual permite compreender o nível de lucratividade e relação benefício-custo. A partir da análise realizada é possível afirmar que o uso de tecnologias no sistema de irrigação por gotejamento ao aplicar a dose de 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, resultou em fluxo de caixa com VPL de R\$ 27.806,33, a TIR de 48,10% e B/C de 2,01. Portanto, para um hectare de mamão fertirrigado, nas condições edafoclimáticas observadas, constituiu-se numa opção viável.

**Palavras-chave:** fruticultura, lucratividade, fertirrigação

#### ECONOMIC FEASIBILITY OF FERTIRRIGATED PAPAYA CULTIVATION SUBMITTED TO DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM

#### ABSTRACT

Brazil has a prominent role in the national and international papaya market. In order to optimize its production, it is necessary to use technologies such as fertirrigation. However, understanding the economic feasibility of implementing these systems is of great importance to encourage the use of this technology. In this context, the present study aims to evaluate the economic feasibility of cultivating fertirrigated papaya under different doses of potassium, applied by the drip irrigation system, in the region of Igarapé-Açu, located in the Northeast of Pará State. The methodology used in this work to assess the economic feasibility was adapted from Reis (2007), Sousa (2017) and Mendonça et al (2009). It allows us to understand the level of profitability and the benefit-cost ratio. In this work, we applied the dose of 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> in an area of one hectare of fertirrigated papaya. It resulted in cash flow with a NPV of R\$ 27,806.33, an IRR of 48.10% and B/C of 2.01. Therefore, from the analysis carried out it is possible to state that the use of technologies in the drip irrigation system is a feasible option considering the area and the observed edaphoclimatic conditions.

**Keywords:** fruit-culture, profitability, fertirrigation

#### 3. 1 Introdução

O Brasil possui uma atuação de destaque no mercado nacional e internacional de mamão, sendo o segundo maior produtor e exportador da fruta, principalmente para países da Europa, sendo esta fruta encontrada 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 36 t/ha e 54,4 t/ha, respectivamente (IBGE, 2018).

Assim, as práticas e adoções de novas tecnologias vêm para contribuir no aumento produtivo da cultura do mamoeiro, onde a irrigação associada à fertirrigação se constitui uma tecnologia de grande potencial para corrigir o déficit hídrico e manter um fluxo de água e nutrientes, em doses balanceadas e constantes, das raízes para parte aérea da planta. A manutenção deste sistema em equilíbrio contribui significativamente com o crescimento, desenvolvimento, floração e frutificação, gerando uma elevada produtividade e 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 de irrigação em sistemas produtivos (FEITOSA *et. al.*, 2018; VILLAS BOAS *et. al.*, 2011; OLIVEIRA, 2010; ALMEIDA *et. al.*, 2004).

Segundo Lyra *et. al.* (2010), Silva *et. al.* (2007) e Rodriguez (1990), 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 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 e ao final aferir se o retorno é satisfatório e o projeto é viável (AZEVEDO, ALVES e LACERDA, 2018).

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

Embora, a fertirrigação venha se estabelecendo como uma das técnicas de adubação mais promissoras, principalmente para o aumento da eficiência e diminuição de custos, é uma tecnologia de baixa utilização. Dentro desse contexto, estudos sobre as aplicações de adubo e suas quantidades ideais precisam ser executados nas regiões produtoras (JÚNIOR et al., 2012).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo do mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, aplicados por sistema de irrigação por gotejamento, na região de Igarapé-Açu, localizada no Nordeste paraense.

### **3.2 Materiais e Métodos**

O estudo da viabilidade econômica da cultura do mamão fertirrigado foi realizado a partir dos dados levantados no estudo de campo estabelecido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, com coordenadas geográficas: latitude 01°07'33", longitude 47°37'27" e altitude de 55 metros, localizado no município de Igarapé-Açu, no estado do Pará.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, sendo planejado e dimensionado para um hectare. O delineamento experimental adotado foi em 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, as quais somam o valor de 160, 320, 480 e 640 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com base na análise de solo, assim representados: K160, K320, K480, K640.

As parcelas experimentais com dimensões de 4 m de largura por 7 m de comprimento, foi sistematizada com duas linhas de plantas, portanto a área útil apresentou um espaçamento de 2x2x4 m. As plantas foram dispostas de forma alternadas entre as fileiras duplas, sendo composta por um total de 7 plantas por parcela, das quais foram marcadas três espécimes, com as quais se obteve os dados de produção.

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 (\$), com base em pesquisa de preços no mercado local, referentes a janeiro de 2020, visando os custos fixos e variáveis para o cultivo de 1ha de mamão fertirrigado, por um período



compreendido desde o preparo de área até a última colheita, maio/2018 a primeira semana de fevereiro/2020.

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

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

Em suma, a partir da elaboração do projeto de fertirrigação analisou-se a viabilidade técnica-econômica de implantação do sistema de irrigação localizada por gotejamento referente ao custo por ha. O orçamento referente a 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 Interno de Retorno (TIR) e Relação benefício/custo.

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, descontando 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 pode ser calculado com a equação abaixo:

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

Onde o *FC* são os saldos dos fluxos de caixa; *n*, período; *r*, taxa de desconto utilizada.

Enquanto a TIR para Mendonça *et. al.* (2009) se constitui a taxa de desconto interna do projeto e que torna nulo o valor atual do investimento, sendo dada pela seguinte equação:

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

Onde  $FC$  são os saldos dos fluxos de caixa;  $n$ , período;  $r$ , 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) e Mendonça *et. al.* (2009). A equação da Relação benefício/custo está disponível abaixo:

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

onde  $R$  são as receitas em cada período;  $D$ , despesas em cada período;

O custo de produção proposto por Reis (2007) foi estimado usando um procedimento econômico que considera o cálculo da depreciação e do custo alternativo. Para o cálculo de depreciação, foi adotado o prazo de 18 meses (tempo estabelecido de coleta de dados no campo), como custo necessário para substituição dos bens de capital (sistema de irrigação e calagem) quando tornados inúteis, no caso do sistema de irrigação adotou-se uma vida útil de 10 anos, calculado pela equação 1.

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

Em que:

$D$  – depreciação (R\$);

$Va$  – valor atual do recurso (R\$);

$Vr$  – valor real de residual (valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade) (R\$);

$Vu$  – vida útil (período em que determinado bem é utilizado na atividade) (anos);

$P$  – 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 utilizado a equação 2.

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

Em que:

$CA_{fixo}$  – custo alternativo fixo (R\$);

$I$  – idade média do uso do bem (anos);

$Tj$  – taxa de juros (decima).

Na busca de simplificar o cálculo do  $CA_{fixo}$ , foi considerada a idade média de uso dos recursos fixos como 50% da vida útil ( $Vu$ ), que resulta na metade do valor atual do recurso ( $Va$ ), multiplicado pela taxa de juros ( $Tj$ ) e pelo período de análise ( $P$ ), conforme equação 3.

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

Para o cálculo de custo alternativo variável, foi considerada a taxa de juros de 5% a.a., equação 4.

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

Em que:

$CA_{var}$  – custo alternativo variável (R\$);

$V_{gasto}$  – desembolso financeiro realizado pelo produtor, para aquisição do insumo e serviços necessários para a produção agrícola (R\$).

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 são:

- a) Terra: partido 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\$ 1760,00 para um hectare no período de 2 anos;
- b) Calagem: os gastos com calagem foram de R\$ 272,80 por hectare, com vida útil de 2 anos;
- c) Sistema de irrigação localizada: o valor gasto em 2 anos foi de R\$ 1350,00 por hectare, com vida útil de 10 anos.
- d) Imposto Territorial Rural (ITR): este recurso não é alterado em um curto prazo, seu valor é constante durante o ano. O valor considerado foi 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 utilizadas 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: o gasto por hectare é de R\$ 2000,00 na aquisição de 2000 unidades (considerando 20% a mais, visando garantir as mudas necessária ao transplante).
- c) Mão-de-obra: refere-se às diárias necessárias para realização de atividades operacionais, como: produção de mudas, implantação da cultura no campo, tratos 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 utilizado nas atividades de: preparo de área, calagem e adubação, 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 ciclo vegetativo e os impostos, adotando-se o valor de 2,3% da receita total produzido, recomendado no manual de crédito rural (CMR) e adotado pelas empresas de assistência técnicas e extensão rural na elaboração e prestação de assistência técnica nos projetos via 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: foi calculada conforme a equação 5 (Mendonça, 2001).

$$CE = V_{\text{kWh}} \cdot T \cdot \frac{736 \cdot \text{Pot}}{1000 \cdot \eta} \quad (8)$$

Em que:

CE – custo com energia (R\$);

$V_{\text{kWh}}$  – valor do kWh em (R\$);

T – tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h);

Pot – potência do conjunto motobomba (cv);

$\eta$  – eficiência do conjunto motobomba.

- h) Custo alternativo: a cada item dos recursos variáveis foi considerado uma taxa de juros real de 5% a.a., esta taxa foi considerada em virtude dos juros cobrados para o financiamento via Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf);
- i) 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 foi dividido em custo operacional fixo (CopF), composto pelas depreciações e custo operacional variável (CopV), constituído de desembolsos, estes ao serem somados resultam no custo operacional total.

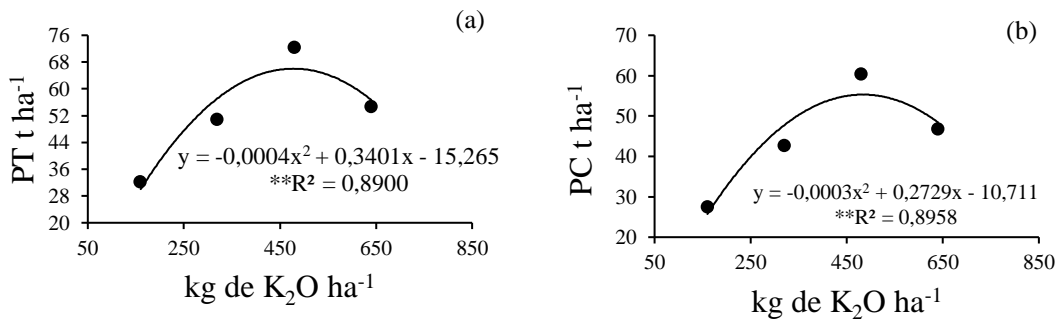
Para realização da análise econômica simplificada da atividade produtiva foi adotado o preço ou receita média, que comparado com o custo total médio (CTMe) possibilitou a conclusão com relação a viabilidade econômica da atividade. Na análise deste custo de produção foram consideradas as situações econômicas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

Nesse estudo, as quantidades adotadas dos itens que foram utilizados no sistema produção foram multiplicados pelo valor de cada item conforme pesquisa de preço no mercado local, no período de janeiro de 2020. O preço adotado para comercialização dos frutos foi conferido no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-USP) e na 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.

### **3.3 Resultados**

Os resultados obtidos foram realizados com base em 20 colheitas, realizadas no período de abril de 2019 a início de fevereiro de 2020 (10 meses e oito dias), ambas mantidas com intervalo de 15 dias. A partir delas, foi realizada a sistematização dos dados para visualizar a produtividade de frutos totais (PT) e produtividade de frutos comerciais (PC), conforme disponível na Figura 1.

**Figura 1.** Representação dos dados de produção em resposta às diferentes doses de potássio, sendo a produção total (PT) e produção comercial (PC), Igarapé-Açú-PA, UFRA, 2019.



\*\*= 1% de probabilidade.

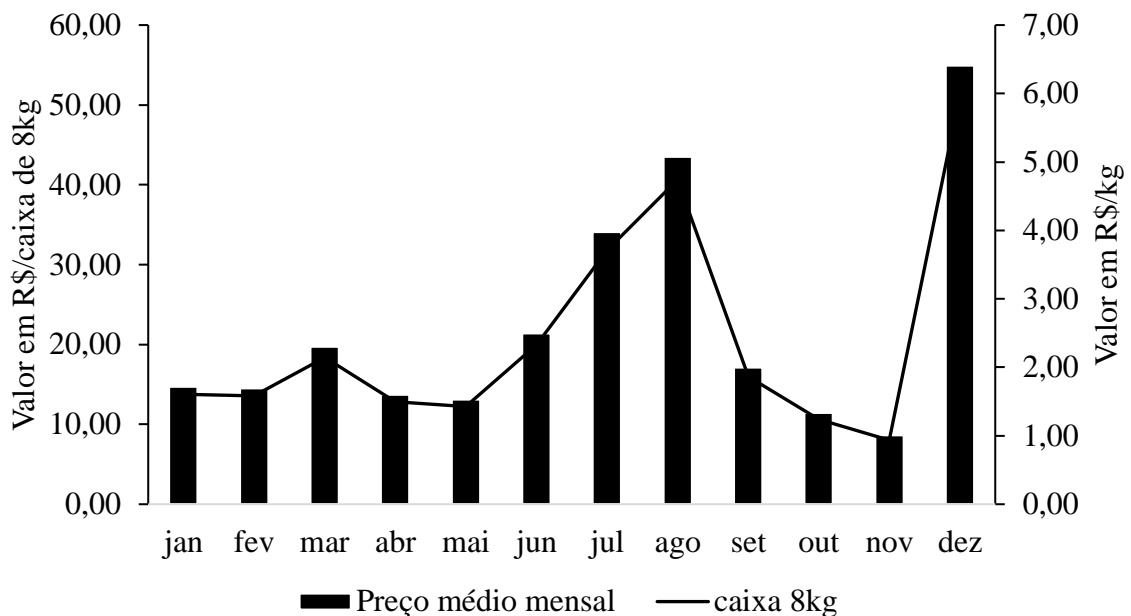
Fonte: Elaborado pelo autor

Dentro dessa análise, 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 89,60 e 1,88, 37,6 e 4,0, respectivamente. Portanto, os valores de máxima produtividade alcançada, tanto para a variável PT quanto para PC, foram 57,1 t ha<sup>-1</sup> com 425,1 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e 51,4 t a<sup>-1</sup> com 454,8 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Aqui é interessante destacar o valor da produtividade de frutos totais (PT) encontrado. Segundo o IBGE (2018) a média nacional do mamão entre os anos de 2013 a 2018 foi de 43,92 t/ha, enquanto no Estado do Pará a média ficou no valor de 16,65 t/ha. Ao comparar estes dados com os resultados encontrados neste trabalho (57,1 t ha<sup>-1</sup>) foi possível evidenciar um aumento expressivo da produção do mamão no Perímetro Irrigado de Igarapé-Açu.

Para o estudo da viabilidade econômica foi necessário estabelecer o valor do preço médio do mamão. Nesta perspectiva, adotou-se nos cálculos para geração da receita o valor correspondente ao mercado local, o qual correspondeu a de R\$ 1,00 por quilograma, pagos ao produtor, conforme dados acessados na 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, conforme disponibilizado na Figura 2.

**Figura 2.** Representação da variação de preço médio dos principais estados produtores de mamão no Brasil, fonte: CEPEA - 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dos dados disponibilizados na Tabela 1 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 apresenta um aumento de 12,84% no valor do CT quando comparado com o K320, porém destaca-se que o primeiro manteve um acréscimo de 29,37% na produtividade em relação ao tratamento com K320 do potássio recomendado. Por outro lado, ao aumentar a dose de potássio para 200% da recomendação o lucro sofreu uma queda de 40,50%, em relação ao K480.

**Tabela 1.** Valores em R\$ de custo fixo e variáveis da produção de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, em R\$ cx<sup>-1</sup> de 8 kg, Igarapé-Açú-PA, UFRA, 2020.

Custo Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha <sup>-1</sup> )			
	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
<b>Custo Fixo Total<sup>1</sup></b>	<b>3.382,91</b>	<b>3.382,91</b>	<b>3.382,91</b>	<b>3.382,91</b>
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
<b>Custo Variável Total</b>	<b>17.649,15</b>	<b>20.995,32</b>	<b>24.588,45</b>	<b>24.065,94</b>
<sup>1</sup> <b>Custo Total</b>	<b>21.032,07</b>	<b>24.378,23</b>	<b>27.971,36</b>	<b>26.448,86</b>
<sup>1</sup> <b>Custo Total (R\$.cx<sup>-1</sup>)</b>	<b>6,14</b>	<b>4,57</b>	<b>3,71</b>	<b>4,70</b>
<b>Receita Total (R\$.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>27424,00</b>	<b>42.640,00</b>	<b>60.376,00</b>	<b>46.728,00</b>
<b>Lucro (R\$.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>6.391,93</b>	<b>18.261,77</b>	<b>32.404,64</b>	<b>19.279,14</b>

<sup>1</sup>CT – reflete tanto para a produção total quanto para o equivalente a uma caixa com 8 kg.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro desses aspectos, com base nos quatro tratamentos estudados, o item que teve maior participação nos custos variáveis totais foram os insumos, isso se deve ao 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.

O percentual de lucro verificado pelo tratamento que obteve maior produtividade (T150) foi de 53,67% em relação a receita total, semelhante ao identificado por Feitosa et al., (2018), o qual identificou 60,8%.

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

Esses valores foram obtidos no tratamento que aplicou 150% do recomendado de potássio. Além disso, 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 a 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 T150 apresentou menor CTMe, confirma-se que, com a aplicação da dose de 480 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> no cultivo do mamão via fertirrigação, obtém-se a maior receita líquida.



**Tabela 2.** Custos econômicos e operacionais médios<sup>1</sup> da produção de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, em R\$ cx<sup>-1</sup> de 8 kg, Igarapé-Açu-PA, UFRA, 2020.

<b>Tratamentos</b>	<b>CFMe</b>	<b>CVMe</b>	<b>CTMe</b>	<b>CopFMe</b>	<b>CopVMe</b>	<b>CopTMe</b>
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
<b>Média</b>	<b>0,66</b>	<b>4,12</b>	<b>4,78</b>	<b>0,31</b>	<b>4,12</b>	<b>4,43</b>

<sup>1</sup>CFMe – 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.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados na Tabela 3 são referentes aos indicadores: valor presente líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Relação Benefício / Custo (B/C), 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 4 tratamentos de fertirrigação realizados.

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

\*VPL – valor presente líquido; TIR – taxa interna de retorno; B/C – relação benefício custo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

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 a VPL o projeto será viável, se apresentar VPL positivo e inviável, se apresentar VPL negativo. Para 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, o que está de acordo com o trabalho desenvolvido por Sousa (2017). O VPL obtido indicou alta viabilidade, por apresentar uma condição de pagamento de todo o capital investido mais os custos operacionais e uma taxa de custo de oportunidade sob investimento considerada no projeto, sendo essa de 5% a.a. ao longo do horizonte do projeto, de 2 anos.

Em relação a Taxa Interna de Retorno (TIR) o projeto será viável, se a TIR apresentada for superior ao custo de oportunidade ou ao custo de captação do capital. Assim, se constatou que o K480 foi o que apresentou o maior valor, enquanto o K160 apresentou o menor. Deste modo, concluiu-se que todos os tratamentos foram altamente viáveis, fato esse a ser considerado no momento da tomada de decisão de implementação ou manutenção de projetos com mamão irrigado para a região.

Sobre a relação B/C enfatiza-se que o critério de decisão utilizado foi que o investimento será considerado viável se a relação benefício/custo (B/C) > 1. Nestes termos, se pode afirmar que dos quatro tratamentos realizados (K160, K320, K480 e K640) o que mais se apresentou viável foi o K480. Esta relação implica que para cada \$ 1 gasto no projeto, retorna R\$ 2,01 bruto e R\$ 1,01 líquido.

Os resultados, ora encontrados para o município de Igarapé-Açu, Pará, estão de acordo com o estudo econômico realizado por Borba (2019), o qual concluiu que para todos os cenários avaliados tem-se o retorno do capital investido à cultura do mamão; fato esse que retrata uma possibilidade lucrativa na região de Itapuranga no Estado e Goiás

A partir dos resultados encontrados até o momento avaliou-se a necessidade de correlacionar o preço mínimo do Kg do mamão pago ao produtor, Tabela 4, a fim de garantir uma análise mais pontual e simplificada sobre o mínimo retorno financeiro do investimento aplicado para implantação de 1 ha da cultura em condições irrigadas, para assim embasar a decisão de investir ou não nesta cultura por parte do agricultor familiar.

**Tabela 4.** Apresenta uma correlação de dois valores pagos ao produtor por kg de mamão produzido com as variáveis econômicas na realidade da produção de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio, Igarapé-Açu-PA, UFRA, 2020.

Tratamentos	Valor R\$ 0,75/kg Pago ao Produtor			Valor R\$ 0,50/kg Pago ao Produtor			CT kg <sup>-1</sup> (R\$)
	CT	RT	Lucro	CT	RT	Lucro	
	Valor em mil (R\$)			Valor em mil (R\$)			
<b>K 50%</b>	20,4	20,6	0,2	20,2	13,7	-6,5	0,74
<b>K100%</b>	23,7	32,0	8,3	23,4	21,2	-2,1	0,55
<b>K 150%</b>	27,2	45,3	18,1	26,8	30,2	3,4	0,44
<b>K 200%</b>	27,7	35,1	7,3	27,5	23,4	-4,1	0,59

\*CT– custo total; RT – receita total; CT/kg – custo total para produção de 1 kg de mamão.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, a partir da análise dos dados contidos na tabela anterior é possível afirmar que o preço de 0,50 centavos pagos ao produtor no tratamento K480, o mesmo que apresentou a VPL mais positiva (\$ 27.806,33), quando o preço pago ao produtor era \$1,00, apresenta um lucro de somente R\$3.343,74. Esse valor constitui-se irrisório frente aos custos de investimento, o que aponta para uma interpretação mais simples quanto a não viabilidade do projeto.

Os resultados obtidos de receita total nos 4 tratamentos indicaram viabilidade econômica em ambas as metodologias de análise aplicada, utilizando os dados de custos de produção oriundos do experimento em campo e projetados para o cultivo em 1ha de área, as receitas foram superiores aos custos de produção, com lucro econômico supernormal  $RMe > CTMe$  e com VPL positiva e mais promissora foi de R\$ 27.806,33, obtida no tratamento K480; 1- Além disso, o tratamento K480 apresentou maior produtividade total e comercial, 57,1 t. ha<sup>-1</sup> com 425,1 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e 51,4 t. ha<sup>-1</sup> com 454,8 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Também se observou que o lucro correspondeu a 53,67% da receita total. Porém, foi detectado uma redução de 40,50% na taxa de lucro no tratamento K640, quando comparado aos valores obtidos no K480;

2- O valor pago ao produtor de R\$ 0,50 apresentou um lucro positivo apenas no tratamento K380, no valor de R\$3.343,74;

### 3.4 Discussão

Para a análise aqui proposta destaca-se que o aumento observado na produção do mamão no Perímetro Irrigado em relação à média nacional e estadual foi atribuído ao uso da tecnologia da fertirrigação. 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 de fruto da cultivar Golden no período de colheita de 11 meses e 21 dias, obtendo uma produtividade de 79,4 t ha<sup>-1</sup>.

Outra questão, a análise da figura 2 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.

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

Outro item que merece destaque, foi o valor da embalagem tipo caixa. Assim, os valores correspondentes a este item foi de \$ 0,60 por unidade. Desta maneira, observou-se que conforme a produtividade da cultura aumenta, também foi acompanhado por um volume maior de embalagem, o que aponta para uma relação diretamente proporcional entre frutos e embalagem.

Nesses termos, registrou-se percentuais que variaram entre 11,65 a 18,42% em relação ao custo operacional variável total (CopVT). Destaca-se, ainda, a relação dos custos variáveis cujos gastos com insumos e mão-de-obra foram fatores que se manifestaram com maior participação em ambos os tratamentos.

Nessa óptica, pode ser visualizado 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.

Nesse cenário, Feitosa et al. (2018), identificaram como custo total do sistema de produção irrigado o valor de R\$ 21.888,82 em um hectare, semelhante aos identificados nessa pesquisa.

Outra observação que merece atenção, é o item insumos, dado ao seu destaque no percentual de participação nos custos de produção de mamão irrigados. Melo et al. (2009), ao trabalhar com batata no perímetro irrigado de Sergipe também destacou os insumos com participação de 60,7% dos custos de produção.

### **3.5 Conclusões**

A partir da análise realizada é possível afirmar que o uso de tecnologias no sistema de irrigação por gotejamento para um hectare de mamão fertirrigado, nas condições edafoclimáticas observadas, constitui-se uma opção viável. Para tanto, recomenda-se que seja adotado a aplicação de 480 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$  para obtenção de receita total de R\$ 60.376,00 e lucratividade de R\$ 32.404,64, a qual corresponde a maior rentabilidade associada à máxima produtividade.

### **AGRADECIMENTOS**

Às instituições UFRA e 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 tem sido fator estimulante para o desenvolvimento de estudos na área da fruticultura paraense.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Alessandra Bandeira Antunes; ALVES, Edelaine dos Santos; LACERDA, Tamara Rangel de. **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**, v. 24, n. 3, p. 675-683, 2004.

ALMEIDA, Iarla Bruna Oliveira de et al. 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**, v. 47, n. 1, p. 76-84, 2012.

BOAS, Renato Carvalho Vilas et al. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 4, p.781-788, ago. 2011.

BORBA, L. L. **Viabilidade econômica da produção de mamão Havaí irrigado em Goiás**. Dissertação de mestrado. Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019, 35 p.

CORDEIRO, A. H. F.; PACHÊCO, N. A.; SANTIAGO, A. V. Climatologia da precipitação no município de Igarapé-Açu, PA. Período: 1995-2009. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16, 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBMET, 2010.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F. DA; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. In: COELHO, Eugênio Ferreira et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2011. Cap. 15. p. 441-472.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. Fertirrigação do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: INCAPER 2004. p. 237-250.

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada). Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil>. Acesso em: 10 jan2020

FEITOSA, E. de Oliveira et al. análise de custos e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.2293-2304, 28 fev. 2018. INOVAGRI. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v12n100686>.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal – PAM**, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15jan2020.

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. DE; 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. dos S. e SILVEIRA, S. de F. R. de Avaliação da Viabilidade Econômica da Produção de Mamão em Sistema Convencional e de Produção Integrada de Frutas. **REN**, V. 40, n°4, outubro – dezembro, p. 699-723, 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 acaia considerando seis safras. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.887-896, set./out. 2010.

PÁDUA, Tullio Raphael Pereira. Plano estratégico para a cultura do mamoeiro 2017-2021. **DOCUMENTOS 228**, Bahia, ano 2019, ed. 1, p. 1-32, 2019. 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. 95 p.

RODRIGUEZ, F. Custos e benefícios da irrigação no Brasil. **ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna**, n.41, p.6-11, 1990.

SILVA, M.L.O. et al. 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. de. Produtividade e rentabilidade da forragem de sorgo sob lâminas de irrigação e níveis de cobertura morta em condições semiáridas. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós Graduação em engenharia Agrícola, 95 p., 2017.

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