

Produção e qualidades físico-químicas do mamão do grupo 'solo' conduzido em diferentes ambientes de proteção em sistema orgânico

Production and physical and chemical qualities of papaya of the 'solo' group conducted in different protection environments, in organic system

Luiz Aurélio Peres Martelleto¹, Mariluci Sudo Martelleto², André Felipe de Sousa Vaz³,
Luiz Fernando de Sousa Antunes⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi acompanhar a influência de diferentes tipos de ambiente de cultivo protegido na produção e qualidade dos frutos do mamoeiro. Para tanto, construíram-se três tipos de estruturas de proteção contíguas: (i) estufa, (ii) estufa sombreada e (iii) telado ('sombrite'), ao lado de uma área de (iv) ambiente natural, a pleno sol, os quais representaram os tratamentos. Mensalmente, ao longo de um ano, colheram-se frutos em cada ambiente e avaliou-se: as severidades da mancha fisiológica do mamoeiro (MFM), da varíola e o teor de sólidos solúveis; e ainda, a cada estação do ano, mediram-se o comprimento, o calibre e a espessura da polpa dos mesmos. Para efeito de análise de variância, foram considerados quatro blocos por tratamento (ambiente de cultivo), procedendo-se a "análise conjunta de experimentos". Os resultados apontaram que em ambientes protegidos, sobretudo naquele coberto com plástico, colhem-se mais frutos e estes são menos acometidos pelas doenças: Varíola e MFM. Os ambientes protegidos, comparados ao ambiente natural, promoveram reduções da varíola nos frutos na ordem de: 60,4%, 57,4% e 37,9%, respectivamente, na estufa, na estufa sombreada e no telado. Os níveis de luminosidades e de temperaturas médias, nas faixas registradas, respectivamente, de 622 a 1857 $\mu\text{moles}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e limites de 19,2 a 34,8 °C, têm forte correlação positiva com a severidade da MFM e da varíola. O maior sombreamento influencia no comprimento, calibre e espessura de polpa sendo que no inverno e primavera colhem-se frutos com polpa mais espessa. Na estufa e na estação de verão os frutos são mais arredondados. Frutos produzidos em estufa apresentam maiores teores de sólidos solúveis totais.

Palavras-chave: *Asperisporium caricae*. *Carica papaya*. Cultivo protegido. Mancha fisiológica. Varíola.

ABSTRACT: Current research monitors the influence of different types of protected cultivation environment on the production and quality of papaya. Three types of contiguous protection structures were constructed, or treatments: (i) greenhouse, (ii) shaded greenhouse and (iii) screened environment, close to (iv) a natural environment in the open air. Fruits were harvested in each environment every month, during one year. Evaluated features comprises the severity of the physiological spot of the papaya tree (FSP), smallpox and soluble solid rates. Length, caliber and thickness of the pulp were measured at each season of the year. Variance analysis comprised four blocks per treatment (cultivation environment), coupled to joint analysis of experiments. Results showed that in protected environments, especially in those covered with plastic, more fruits, less affected by disease (smallpox and FSP), were produced. When protected environments were compared to those within the natural environment, there was a decrease in smallpox at 60.4%, 57.4% and 37.9%, respectively, for greenhouse, shaded greenhouse and screen environment. Levels of luminosities and average temperatures at the reported ranges, respectively, between 622 and 1857 $\mu\text{moles}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ and limits between 19.2 and 34.8°C have a strong positive correlation with the severity of FSP and smallpox. Larger shading affects length, caliber and thickness of pulp, whilst fruits with thicker pulps are produced in winter and spring. Fruits produced in greenhouses and during the summer are more rounded and fruits produced in greenhouse have higher levels of total soluble solids.

Keywords: *Asperisporium caricae*. *Carica papaya*. Protected cultivation. Physiological stain. Smallpox.

Autor correspondente:

André Felipe de Sousa Vaz - afsagro@hotmail.com

Recebido em: 12/09/2019

Aceito em: 23/03/2020

¹ Docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (UFRRJ), Doutor em Ciências. Seropédica (RJ), Brasil.

² Doutora em Ciências, Emater-Rio. Seropédica (RJ), Brasil.

³ Engenheiro agrônomo, discente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia nível Mestrado em Fitotecnia (UFRRJ), Seropédica (RJ), Brasil.

⁴ Mestre em Agronomia, discente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia nível Doutorado em Fitotecnia (UFRRJ), Seropédica (RJ), Brasil.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor, consumidor e exportador de mamão (*Carica papaya* L.). Sobretudo como exportador, a qualidade do fruto é de suma importância para se obter melhores resultados econômicos. A qualidade do mamão é influenciada pelas condições climáticas do cultivo, como: regiões de alta insolação, umidade relativa do ar e faixa de temperaturas adequadas e estágio de maturação no momento da colheita (VIANA *et al.*, 2015; LUCENA, 2016; CAMPOSTRINI *et al.*, 2018), podendo ainda ser afetada pelas práticas pós-colheita (DEMARTELAERE *et al.*, 2017).

Outro aspecto fitotécnico influenciado pelo ambiente de cultivo é o desenvolvimento vegetativo. No caso do mamoeiro, uma planta de origem tropical, isso repercute, também, na produção e qualidade dos frutos. Sabe-se ainda que ventos fortes e temperaturas baixas podem afetar negativamente tanto o número de folhas lançadas, quanto a área foliar, a massa seca das folhas e, até mesmo, a sua permanência na planta (ALLAN, 2002; MARIN *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Quanto à frutificação do mamoeiro, parâmetros climáticos podem interferir, com reflexos no rendimento da cultura, desde o momento da polinização até a subsequente fertilização do ovário. Dependendo das condições ambientais podem ocorrer falhas na frutificação, intensificadas pelo genótipo da cultivar, pela irrigação, níveis de aeração e de fertilidade, além de pragas e doenças (MALHOTRA, 2017; CAMOSTRINI *et al.*, 2018).

Alta produtividade e boa qualidade dos frutos do mamoeiro são conseguidas quando há combinação favorável dos fatores principais, como: luz, temperatura, solo, dióxido de carbono, água e nutrientes. A ação conjunta desses fatores influenciará nas taxas de crescimento, garantindo o desenvolvimento e a qualidade dos frutos.

108 Sendo uma planta tropical muito exigente em temperaturas, relativamente, mais elevadas, o mamoeiro quando cultivado em lugares com temperatura média em torno de 25 °C, normalmente produz frutos de excelente sabor, com alto teor de sólidos solúveis; é de rápido crescimento vegetativo; precocidade e grande produtividade (LUCENA, 2016). Assim, baixas temperaturas relativas são prejudiciais ao mamoeiro e por outro lado temperaturas elevadas podem comprometer seriamente a sua produtividade de frutos.

Após iniciar a floração, o mamoeiro mantém a fase reprodutiva durante todo o ciclo de vida. Todavia, no curso desse ciclo, ocorrem flutuações climáticas que poderão resultar em distúrbios na floração e no desenvolvimento e qualidade dos frutos, podendo interferir negativamente no rendimento da cultura (COSTA; PACOVA, 2003; MARTELLETO *et al.*, 2011).

O desenvolvimento completo dos frutos do mamoeiro, desde a antese até o pleno amadurecimento, varia em função das condições climáticas, como temperatura média e umidade relativa do ar, cumprindo um padrão sigmoide simples, ao longo do tempo. Em razão dessa simplicidade e bom ajuste, Salinas *et al.* (2019) recomendam a equação de Gompertz para descrever o crescimento do mamão (CALEGARIO *et al.*, 1997). Durante os meses frios do ano, dependendo de sua intensidade, pode haver quebra na qualidade dos frutos a comercializar. No inverno a concentração de açúcares no mamão é menor que no verão (PINILLOS *et al.*, 2018).

Os distúrbios fisiológicos pós-colheita como a mancha fisiológica do mamoeiro (MFM) e a varíola ou pinta preta têm causado graves prejuízos à cultura do mamoeiro, promovendo perda de qualidade e menor cotação comercial do fruto, resultando perdas econômicas diretas (LUCENA, 2016; NXUMALO *et al.*, 2019). A MFM, bem como a varíola, não ocasiona internamente alteração no sabor, aroma e no valor nutritivo da fruta, contudo; causam diretamente no fruto lesões celulares que afetam a aparência externa da casca, interferindo na qualidade de mercado (SANTOS *et al.*, 2017). A varíola ganha ainda mais importância ao ser reconhecida porta de entrada para a antracnose, doença séria na pós-colheita do mamão (VENTURA; REZENDE, 2016).

Desde a década de 90 sabe-se que fatores climáticos como luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar estão envolvidos com a manifestação da MFM. O estresse hídrico e o desequilíbrio nutricional favorecem a ocorrência da mesma, destacando as deficiências do cálcio e do magnésio para o maior acometimento do distúrbio citado (REYES; PAULL, 1994; NXUMALO *et al.*, 2019).

Muitos materiais genéticos adotados pelos produtores brasileiros são sensíveis à MFM (OLIVEIRA *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2013) e à varíola (SANTOS *et al.*, 2017), incluindo cultivares do grupo ‘Solo’, especificamente com a cultivar ‘Baixinho de Santa Amália’, conforme já verificaram Silvério *et al.* (2018).

A varíola ou pinta preta do mamoeiro, cujo agente causal é o fungo *Asperisporium caricae*, é doença de reconhecida importância e está disseminada nas regiões produtoras do Brasil causando representativos prejuízos aos produtores, tendo sua severidade fortemente influenciada pelas condições climáticas (SILVÉRIO *et al.*, 2018). Todavia, não obstante à importância que a varíola representa para a cultura do mamoeiro no Brasil, bem como a ocorrência da MFM, relativamente, poucos estudos têm sido realizados na busca de estratégias de controle integrado, capazes de minimizar os danos promovidos pelas mesmas.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar e acompanhar características dos frutos do mamoeiro do grupo ‘Solo’ cv. Baixinho de Santa Amália cultivado em diferentes tipos de ambiente de proteção, durante um ciclo produtivo, a contar desde a primeira colheita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos no município de Seropédica, Região Metropolitana do município do Rio de Janeiro (RJ) (latitude de 22° 45` S, longitude de 43° 42` W, altitude aproximada de 30m). Para estabelecimento dos ambientes de cultivo do mamoeiro, construiu-se: (i) uma estrutura tipo túnel, denominada de estufa, com 12,5m de comprimento, 8,0m de largura, pé-direito de 3,0m e limite máximo de altura (cumeeira) atingindo 4,5m, coberta com o plástico polietileno de baixa densidade (PEBD) e revestida nas partes laterais e frontal com tela clariteantiafídica (malha de 0,24mm); (ii) outra estufa sombreada, nos mesmos moldes, toda revestida por tela tipo ‘sombrite’ (30% de interceptação de luz), colocada sobre o mesmo plástico e tela adotados no ambiente estufa; (iii) telado, nas mesmas dimensões, todo revestido apenas com tela ‘sombrite’ (30% de interceptação de luz). Em área contígua, com o mesmo tamanho dos anteriores, foi conduzido o (iv) tratamento representado pelo cultivo do mamoeiro em ambiente natural.

Realizou-se o plantio com três mudas por cova da cv. Baixinho de Santa Amália, para posterior sexagem, quando se deixou em cada ambiente de cultivo 24 plantas hermafroditas, cultivadas no espaçamento de 2,0 x 1,9m. Ao longo de dois anos de cultivo, as plantas foram manejadas seguindo as normas da produção orgânica. Assim, cada cova, - com 40cm de diâmetro e 40cm de profundidade -, foi adubada com 16 litros de esterco bovino curtido, 1kg de farinha de ossos, 200 gramas de pó de conchas marinhas e 50g de sulfato de potássio. No decorrer da experimentação, bimensalmente, cada planta recebeu a aplicação de 10L de composto + 50g de sulfato de potássio e para as ocorrências do ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836 - Acari: *Tetranychidae*), da Mosca branca (*Trialeurodes variabilis* Quaintance, 1900 - Hemiptera: *Aleyrodidae*) e da cigarrinha verde (*Solanus cabordia* Langlitz, 1964 - Homoptera: *Cicadellidae*) fizeram-se aplicações da calda sulfocálcica + nim. Para controle da varíola (*Asperisporium caricae*) fizeram-se aplicações com calda bordalesa + leite cru a 10%. As plantas espontâneas foram controladas com a aplicação de restos da roçada da grama batatais (*Paspalum notatum*).

Para registro dos fatores ambientais principais, no centro de cada ambiente, a 1,80m do nível do solo, foi colocado um termo higrômetro, registrando-se diariamente as temperaturas e as umidades relativas do ar. A quantidade de radiação fotossinteticamente ativa foi determinada por meio do aparelho *Portable Photosynthesis System* (IRGA - Licor 6200) durante dias de sol pleno, os quais possibilitam calcular os valores médios ilustrados na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Médias anuais das temperaturas (°C) e da luminosidade - quantidade de luz fotossinteticamente ativa ($mmoles.cm^{-2}.s^{-1}$), anotadas nos diferentes ambientes de cultivo orgânico do mamoeiro

Temperaturas	Estufa	Estufa sombreada	Telado	Ambiente natural	A*	B**	C***
Máximas	34,8	31,6	30,2	31,0	3,7	0,5	-0,8
Médias	27,4	25,4	24,7	25,2	2,2	0,2	-0,5
Mínimas	20,1	19,3	19,2	19,4	0,7	-0,2	-0,2
Luminosidades							
Inverno	1083,0	511,5	810,3	1602,0	-519,0	-1090,5	-791,7
Verão	1205,0	622,0	910,0	1857,0	-652,0	-1235,0	-947,0
Médias	1144,0	566,7	860,1	1729,5	-585,5	-1162,8	-869,4

A* = Diferenças entre estufa e ambiente natural; B** = Diferenças entre estufa sombreada e ambiente natural; C*** = Diferenças entre telado e ambiente natural.

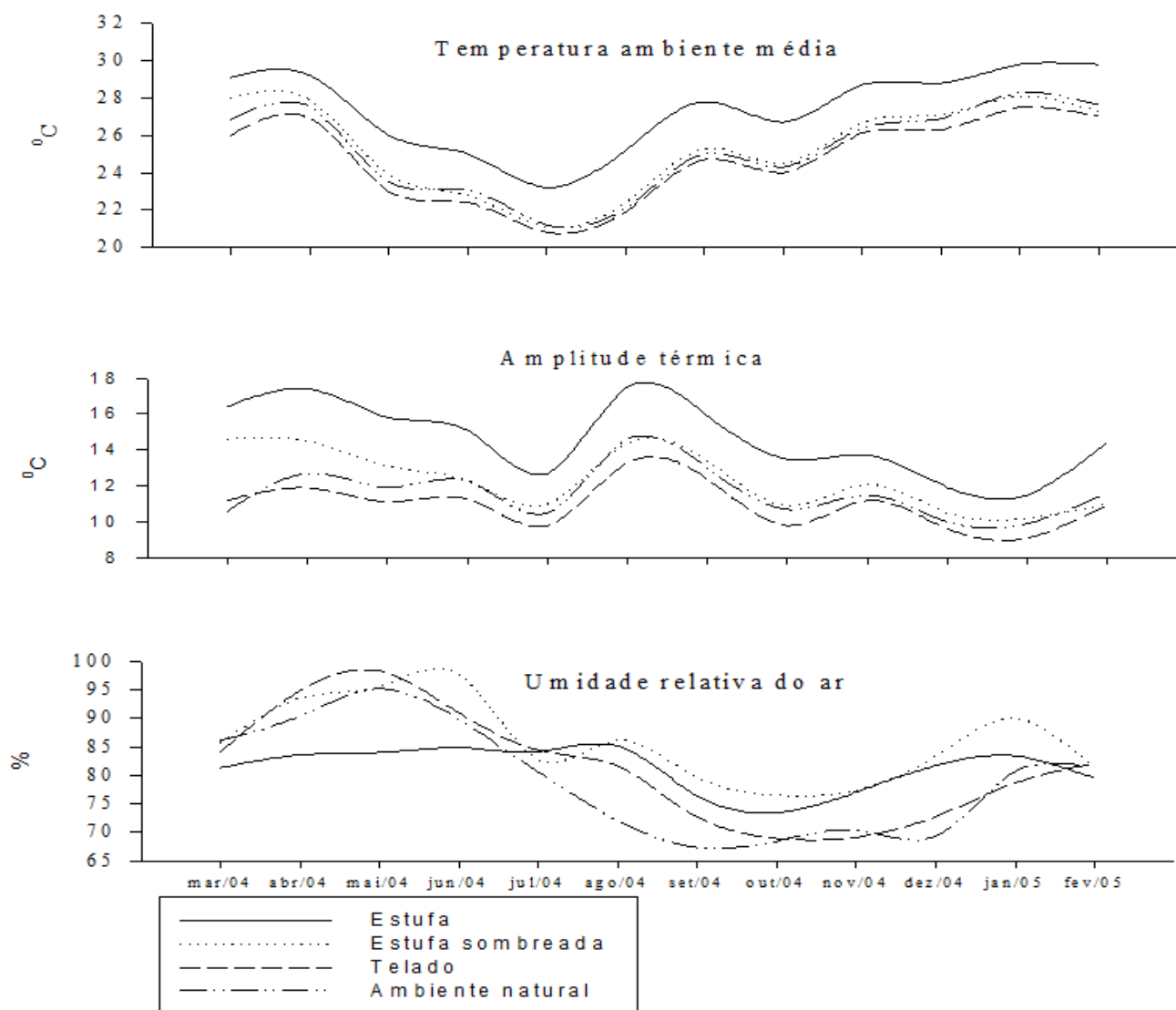


Figura 1. Valores de temperatura média, amplitude térmica e umidade relativa do ar registrados em cada ambiente de cultivo orgânico do mamoeiro

Durante um ano, desde o início das colheitas, registrou-se a produção de frutos por planta e na segunda semana de cada mês coletaram-se 24 destes frutos em cada ambiente e avaliou-se, quando no 'ponto de consumo', as severidades da MFM e da varíola, o comprimento, o calibre e a espessura e o teor de sólidos solúveis da polpa dos mesmos. Para MFM, no ponto de consumo dos mamões, criou-se uma escala de notas (variando de 0 a 4), evoluindo de acordo com uma progressão geométrica do número de lesões pra facilitar a visualização, caracterizadas assim: Zero - ausência de MFM; Um - até 3 MFP.cm²; Dois - de 3 a 9 MFP.cm²; Três - de 9 a 27 MFP.cm² e Quatro - superior a 27 MFP.cm². As contagens do número de manchas foram procedidas com auxílio de um dispositivo de poliéster, composto por nove pequenos quadrados, com área de um cm² cada. Foram atribuídas notas, distintamente, para as faces do fruto mais e menos expostas à luminosidade, quanto a sua origem na planta. A média da presença de MFM nas nove áreas citadas, em cada meia-face de fruto, foram, separadamente, computadas.

Para varíola, contou-se o número de lesões da varíola, também distintamente, para as meias-faces do fruto. O comprimento, o calibre e a espessura da polpa dos frutos foram mensurados nas quatro estações do ano. Fez-se também, mensalmente, a análise do Teor de Sólidos Solúveis (TSS) dos mesmos, com o auxílio do refratômetro.

Na análise estatística foram considerados os ambientes de cultivo em um modelo Inteiramente Casualizado, com parcela subdividida no tempo. Para tanto, procedeu-se os testes de normalidade e de homocedasticidade (STEEL; TORRIE, 1980), e, finalmente, atendidas estas prerrogativas, fez-se a análise conjunta dos mesmos. Após checagem da grandeza dos quadrados médios residuais dentro de cada ambiente, procedeu-se a análise de variância (Anava) no programa computacional - Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados apresentados na Tabela 2 depreende-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) do ambiente de cultivo em relação ao nível de incidência da MFM e da varíola.

Para a MFM, foram registradas nos frutos colhidos na estufa, estufa sombreada e telado, respectivamente, as notas 1,5, 1,4 e 1,5, cujos valores foram inferiores aos registrados no ambiente natural (nota de 1,7). Assim, o ambiente de estufa contribuiu na qualidade da produção de mamão, em se tratando da redução da ocorrência da MFM, se comparada ao ambiente natural.

Tabela 2. Efeito do tipo de ambiente protegido sobre a incidência da MFM nos frutos do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália' durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico. Seropédica (RJ)

Ambiente de cultivo	Severidade da MFM		Severidade da varíola	
	Média mensal de um ano de colheita		Pintas	Grau de redução (%) ¹
	Nota	Grau de redução (%)		
Estufa	1,5 b ²	15,0	15,9 c	60,3
Estufa sombreada	1,4 b	20,2	17,0 c	57,4
Telado	1,5 b	12,01	24,9 b	37,9
Ambiente natural	1,7 a		40,1 a	
dms	0,2		4,0	
CV (%)	14,9		21,4	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, para os respectivos parâmetros analisados, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹Grau de redução da severidade das doenças em relação ao ambiente natural de cultivo orgânico do mamoeiro; ²Os valores representam médias mensais, envolvendo os 12 primeiros meses de colheitas.

Para a manifestação espontânea da variola e menor severidade da doença também foi verificada nos ambientes de proteção. Na estufa e estufa sombreada, houve reduções de 60,3% e de 57,4%; já no telado, embora significativa, esta redução foi menor, situando-se em 37,9%, relativamente ao cultivo em ambiente natural.

Ocorreu significativa variação da intensidade da MFM nos frutos colhidos e analisados ao longo do ano e entre os ambientes de cultivo, demonstrando a complexidade que envolve esse fenômeno fisiológico (Figura 2).

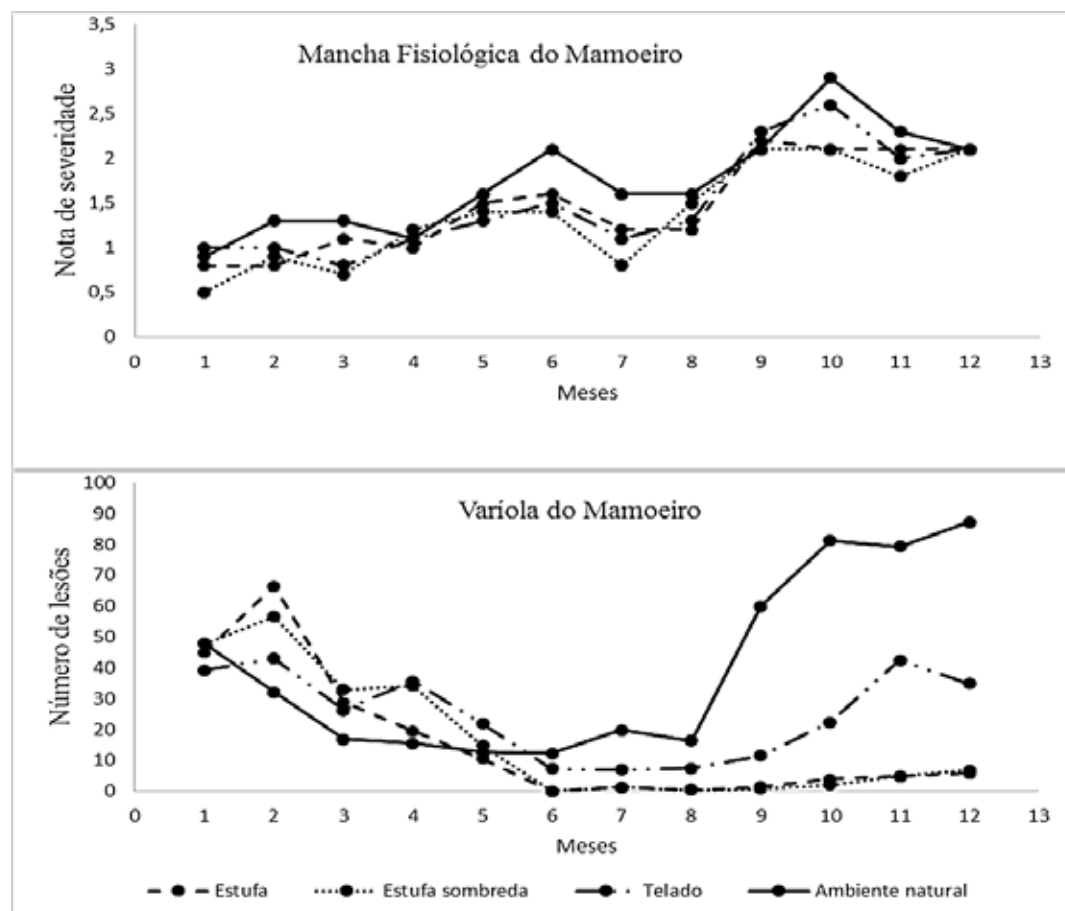


Figura 2. Efeito do tipo de ambiente sobre o nível de incidência da mancha fisiológica e da variola nos frutos do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália', durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico. Seropédica (RJ).

Nota-se um maior incremento da MFM no ambiente natural e quando da chegada do inverno, o qual é mais seco na região, conforme já foi ilustrado anteriormente na Figura 1. O mesmo já foi observado por Gomes Filho *et al.* (2007) e por Reis *et al.* (2008), respectivamente, em cultivos convencionais, a pleno sol, no Oeste da Bahia, Norte do Espírito Santo e Norte do Estado do Rio de Janeiro. O acompanhamento da severidade da MFM ao longo do ano demonstra quão complexa é a manifestação desse distúrbio, conforme já descreveram Kluge *et al.* (2001). Observa-se também que à medida que as plantas envelhecem a incidência desse distúrbio aumenta nos frutos.

Em relação à variola, observa-se um “pico” inicial de intensidade da variola, para as primeiras colheitas (dezembro) nos ambientes protegidos. A partir daí, houve uma progressiva redução geral da doença, coincidindo com o período do ano em que as temperaturas são mais amenas, conforme; anteriormente; ilustradas. No inverno a incidência foi pouco expressiva. Posteriormente, manteve-se quase nula nas estufas, mas voltou a incidir em níveis altos no telado e, sobretudo, no ambiente natural.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de correlação linear de Pearson (*r*) entre variáveis climáticas ou características da planta e do fruto e o nível da incidência da MFM em diferentes ambientes de cultivo. Dos fatores ambientais, o que apontou significativamente maior manifestação da MFM foi a luminosidade.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear (r) entre variáveis climáticas e o nível da incidência da MFP e da varíola em diferentes ambientes de cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália', durante o primeiro ano de produção. Seropédica (RJ)

Variável	No mês anterior à colheita ¹⁾		No mês da colheita ¹⁾	
	MFM	Variola	MFM	Variola
Temperatura máxima	-0,11	0,69**	-0,08	0,6**
Temperatura média	-0,09	0,63**	0,68**	0,74**
Temperatura mínima	0,05	0,72**	0,04	0,79**
Amplitude térmica	-0,13	0,65**	-0,11	0,55**
Luminosidade	0,26**	0,86**	0,27**	0,91**
Umidade relativa do ar	-0,07	0,09	-0,12	0,04

¹⁾Valores de correlação linear de *Pearson* relativos a 96 pareamentos; * r de +0,20 a +0,26 ou de -0,20 a -0,26 = significativo a 5% de probabilidade; ** r > 0,26 ou < -0,26 = significativo a 1% de probabilidade.

Os valores expressivos das correlações, tanto para o mês de colheita quanto no mês anterior a colheita dos frutos avaliados, corroboram o que já foi verificado por Gomes Filho *et al.* (2007) evidenciando a ação da maior luminosidade sobre a expressão da mancha fisiológica em mamão, e com Silvério *et al.* (2018), além da luminosidade, a influência positiva das temperaturas e da amplitude térmica também sobre a maior severidade da varíola.

Observa-se na Tabela 4 que houve efeito significativo ($P < 0,05$) do tipo de ambiente sobre os caracteres analisados. Na estufa e na estufa sombreada o comprimento dos frutos do mamoeiro foi reduzido em 5,9% e em 10,1%, respectivamente, comparados ao ambiente natural de cultivo. Já em relação à largura dos frutos, somente para aqueles colhidos no verão e no outono, no ambiente natural e na estufa estes se mostraram de maior calibre que na estufa sombreada e no telado. Por outro lado, os ambientes de cultivo não afetaram a relação: comprimento/largura dos frutos. Assim, nas condições da estufa os frutos são de menor comprimento, todavia, de maior calibre, ou seja, mais arredondados.

Na estufa sombreada, de forma constante, os frutos apresentaram espessura menor da polpa e o sombreamento reduziu, sobretudo, o comprimento e espessura da polpa dos mesmos. Este efeito é marcante para as colheitas realizadas no verão e no outono. Por outro lado, a temperatura com a quantidade de luz proporcionada, que foram maiores na estufa, influenciou diretamente no aumento da largura e espessura da polpa dos frutos.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, na estufa foram colhidos durante todo o ano frutos com as maiores médias (12,2 °Brix), superando o ambiente natural (11,6 °Brix) em mais de 5%. Já na estufa sombreada (11,2 °Brix) e no telado (11,1 °Brix) os teores de sólidos solúveis foram os menores. Embora em cultivo convencional, Reis *et al.* (2015), na Bahia, já verificaram linhagens do grupo 'Solo', cultivadas a pleno sol, que chegaram a produzir frutos com 16,5 °Brix. Os autores destacaram que esta característica tem grande relação positiva com a maior luminosidade. Canesin *et al.* (2003), com a mesma cv. Baixinho de Santa Amália, não verificaram diferenças significativas na comparação entre telados e ambiente natural, quanto aos teores de sólidos solúveis totais nos frutos colhidos.

Tabela 4. Efeito do tipo de ambiente de cultivo sobre o comprimento (cm), largura (cm), espessura da polpa (mm) e o Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) para os frutos do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália'. Seropédica (RJ)

Estação do ano	Estufa	Estufa sombreada	Telado	Ambiente natural	Média
Comprimento do fruto					
Verão	11,4A	10,0C	11,6A	11,7 ^{ns}	11,2 ^{ns}
Outono	11,1C	10,7B	11,6B	12,3	11,4
Inverno	11,4AB	10,8B	11,8A	11,9	11,5
Primavera	11,0A	11,3 ^a	11,6A	11,5	11,4
Média	11,2a	10,7c	11,6ab	11,9a	11,4
Efeito % ⁽¹⁾	-5,9	-10,1	-2,5	-	
Largura do Fruto					
Verão	7,7 ^{ns}	7,4AB	7,2 B	7,4AB	7,4 ^{ns}
Outono	7,4	6,6B	7,4 B	7,9A	7,3
Inverno	7,7	7,5 ^a	7,8A	7,9A	7,7
Primavera	7,4	7,2 ^a	7,6A	7,4A	7,4
Média	7,5a	7,2b	7,5a	7,7a	7,5
Efeito %	-2,6	-6,5	-2,6	-	
Relação: comprimento/largura do fruto					
Verão	1,5AB	1,4B	1,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}
Outono	1,5A	1,6 ^a	1,6	1,6	1,6
Inverno	1,5A	1,4 ^a	1,5	1,5	1,5
Primavera	1,5A	1,6 ^a	1,5	1,6	1,5
Média	1,5a	1,51 ^a	1,56a	1,56a	1,5
Espessura da polpa					
Verão	17,9A	16,6B	17,3AB	17,1AB	17,2A
Outono	17,0B	14,3C	17,5B	19A	17,0A
Inverno	18,4AB	17,0AB	19,1A	19,3A	18,5B
Primavera	18,4AB	18,1 ^a	18,5AB	19,7A	18,7B
Média	17,9a	16,5b	18,1a	18,8a	17,8
Efeito %	-4,8	-12,2	-3,7	-	
Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)					
Verão	11,8	10,4	10,6	11,5	11,1B
Outono	13,2	12,5	11,7	12,6	12,5A
Inverno	12,5	11,6	11,4	11,5	11,8A
Primavera	11,4	10,3	11,6	10,7	10,8B
Média	12,2a	11,2c	11,1c	11,6b	11,5
Efeito %	5,2	3,4	4,3	-	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas (comparando ambientes) e maiúscula nas colunas (comparando as estações do ano), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹Efeito comparativo percentual em relação ao ambiente de cultivo natural; ^{ns}Não significativo.

O Teor de Sólidos Solúveis (TSS) é fator de qualidade importante para atender a demanda do mercado de mamões. No presente estudo, os valores médios registrados nos frutos colhidos em qualquer dos ambientes de cultivo, valores médios envolvendo todos os meses do ano, variaram de 11,1 a 12,2 °Brix. Nas Ilhas Canárias, Cabrera *et al.* (2020) anotaram nas estufas valores inferiores a 10 °Brix no decorrer do inverno, sugerindo a necessidade de medidas para ajustar os fatores climáticos para melhor atender esta característica de qualidade do mamão. Dantas *et al.* (2015) destacam que o valor mínimo de TSS deve ser superior a 12 °Brix. Assim, a estufa foi o ambiente que, ao longo do ano, possibilitou colheitas de frutos atingindo tal patamar de qualidade, o inverso aconteceu no telado e da estufa sombreada.

Ilustram-se na Tabela 5 os valores relativos ao peso total de frutos comercializáveis por plantas no transcorrer do primeiro ano de colheita. Neste acumulado, cada planta cultivada na estufa produziu, em média, 42,2 kg.planta⁻¹, enquanto na estufa sombreada, no ambiente natural e no telado, colheram-se, respectivamente, 23,8; 25,4; e 16,4 kg.planta⁻¹.

Tabela 5. Efeito do tipo de ambiente sobre o peso dos frutos comerciais (kg.planta⁻¹) e acumulado após o primeiro ano de produção do mamoeiro. Seropédica (RJ)

	Primeiros doze meses de colheitas												TOTAL
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Estufa	2,9	4,2	3,9	6,4	5,1	3,6	3,6	1,7	2,5	1,3	2,7	4,3	42,2a
Estufa sombreada	0,8	2,8	2,9	4,4	3,8	1,6	1,3	0,7	0,9	0,8	1,8	2,0	23,8b
Telado	0,7	1,6	2,1	1,5	2,4	1,5	1,7	0,4	0,6	1,3	1,3	1,4	16,4c
Ambiente Natural	1,6	1,5	3,3	2,6	1,3	1,5	2,6	0,8	2,2	2,3	2,4	3,3	25,4b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna Total de frutos (Kg) acumulados por planta não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Conforme destacam Marin *et al.* (1995), em cultivo convencional a cv. Baixinho de Santa Amália, no Espírito Santo, Brasil, com cerca de 1650 plantas/ha, produz em torno de 50 t/ano. Isso representa uma produção por planta da ordem de 30,3 kg/ano. A produção de frutos na estufa sombreada, no telado e no ambiente natural, ficou aquém dos 30 kg/ano. Em contrapartida, a produção obtida na estufa superou em 28,2% o valor estimado pelos autores. No entanto, Pastor (2002), em *invernadero* nas Ilhas Canárias, Espanha, também em cultivo convencional, colheu mais de 50 kg.planta⁻¹, para a mesma cultivar, Baixinho de Santa Amália.

Os resultados demonstraram, portanto, que o sistema orgânico empregado não deixou a desejar no que diz respeito à produtividade do mamoeiro e apontaram para a viabilidade do cultivo protegido (estufa) para mamoeiros do grupo 'Solo'.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos ambientes protegidos, sobretudo naquele coberto com plástico, colhem-se mais frutos e estes são menos acometidos pela Mancha Fisiológica do Mamoeiro e pela varíola, e, com maior teor de sólidos solúveis; a luminosidade e temperaturas, dentro das faixas registradas, nas faixas médias registradas, respectivamente, de 622 a 1857 $\mu\text{moles} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ e limites de 19,2 a 34,8 °C, têm forte relação com o acometimento da MFM e da varíola do mamoeiro; o maior sombreamento influencia negativamente no comprimento, calibre e espessura de polpa; no inverno e primavera, independente do ambiente de cultivo, colhem-se frutos com polpa mais espessa; na estufa e, sobretudo, na estação de verão, os frutos hermafroditas tendem a ser mais arredondados.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, P. I. *Carica papaya* L., response under subtropical growth conditions. **Acta Horticulturae**, v. 575, p. 757-763, 2002.
- CABRERA, J. A.; RAYA, V.; LOBO, M. G.; RITTER, A. Effect of climate conditions on growth and production of hydroponic papaya crops in the Canary Islands. **Acta Horticulturae**, v. 1268. 11, 2020.
- CAMPOSTRINI, E.; SCHAFFER, B.; RAMALHO, J. D. C.; GONZÁLVIZ, J. C.; RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R. da; LIMA, R. S. N. Environmental Factors Controlling Carbon Assimilation, Growth, and Yield of Papaya (*Carica papaya* L.) Under Water-Scarcity Scenarios. **Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment**, p. 481-505, 2018.
- CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C. Desenvolvimento de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido com tela de propileno. **Cultura Agrônômica**, v. 12, n. 2, p. 69-80, 2003.
- COSTA, A. de F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologia de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p. 57-102.
- DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S.; VILAS BOAS, S. R. Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 138-148, 2015.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; NASCIMENTO, L. C. do; GUIMARÃES, G. H. C.; LUNA, R. G. de. Elicitors on the control of anthracnose and post-harvest quality in papaya fruits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 2, p. 211-217, 2017.
- GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, J. G. de; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Lâminas de irrigação e coberturas do solo sobre a incidência da mancha fisiológica e produtividade do mamão "Golden". **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, 2007.
- KLUGE, R. F.; SANTOS FILHO, J. A.; JACOMINO, A. P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58p.
- LUCENA, C. C. de. **Polos de produção de mamão no Brasil**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 47p. (Documentos/Embrapa Mandioca e Fruticultura, 217).
- MALHOTRA, S. K. Horticultural crops and climate change: A review. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 87, n. 1, p. 12-22, 2017.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no estado do Espírito Santo**. Vitória: Emcapa, 1995. 57p.
- MARIN, S. L. D.; YAMANISHI, O. K.; MARTELLETO, L. A. P.; IDE, C. D. Hibridação do mamão. In: MARTINS, D. dos S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, 2003. p. 175-220.
- MARTELLETO, L. A. P.; RIBEIRO, R. de L. D.; SUDO-MARTELLETO, M.; VASCONCELLOS, M. A. da S.; PEREIRA, M. B. Expressão da esterilidade feminina e da carpeloidia em mamoeiro sob diferentes ambientes de cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, 2011.
- NXUMALO, K. A.; MATSUANE, C.; MASARIRAMBI, M. T. Calcium-related post-harvest physiological disorders of fruits and vegetables in Eswatini: a review. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 33, n. 6, p. 1-10. 2019.

- OLIVEIRA, T. A. S. de; BLUM, L.; DUARTE, E. A. A.; CARVALHO, D. D. C.; LUZ, E. Severidade da podridão dos frutos de mamão em pós-colheita influenciada pelo tipo de inoculação e estágio de maturação. **Agrotropica**, v. 28, n. 2, p. 159-168, 2016.
- OLIVEIRA, J. G. de; PEREIRA, M. G.; MARTELLETO, L. A. P.; IDE, C. D. Mancha fisiológica do mamão: uma perspectiva de obtenção de material genético tolerante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 458-461, 2005.
- PASTOR, M. C. R. Consideraciones sobre la utilización de diferentes densidades e nel cultivo de papaya (*Carica papaya*, L.) “baixinho de Santa Amalia” en islas canarias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 707-710, 2002.
- PINILLOS, V.; LÓPEZ, A.; SALINAS, I.; HUESO, J. J.; CUEVAS, J. Effects of stage of harvest maturity and season on fruit quality of papaya cultivated in southeast Spain greenhouses. **Acta Horticulturae**, v. 1194, p. 143-148, 2018.
- REIS, R. C.; VIANA, E. de S.; JESUS, J. L. de; DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S. Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 210-217, mar. 2015.
- REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E.; TORRES NETO, A. Mancha fisiológica do mamão “formosa”: relações com o potencial hídrico do solo, o teor de sólidos solúveis totais do látex e as variáveis do clima. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1473-1480, set./out., 2008.
- REYES, Q. E. M.; PAULL, R. E. Skinfreckles on solo papayafruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 58, p. 31-39, 1994.
- SALINAS, I.; HUESO, J. J.; CUEVAS, J. Fruit growth model, thermal requirements and fruit size determinants in papaya cultivars grown under subtropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 246, n. 27, p. 1022-1027, 2019.
- SANTOS, P. H. D.; SILVEIRA, S. F. da; VIVAS, M.; CARVALHO, B. M.; PEREIRA, M. G. Alternative control to black spot disease in papaya genotypes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 1, p. 60-62, 2017.
- SILVÉRIO, T. C.; MARTELLETO, L. A. P.; RESENDE, N. C.; PIVOTO, H. C.; FERREIRA, L. I. Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 4, dez. 2018.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. 683p.
- VENTURA, J. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças do mamoeiro. In: L. AMORIM, J. A. M.; REZENDE, A.; BERGAMIM FILHO; CAMARGO, L. F. A. (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. p. 497-510.
- VIANA, E. de S.; REIS, R. C.; SILVA, S. C. S. de; NEVES, T. T. das; JESUS, J. L. de. Avaliação físico-química e sensorial de frutos de genótipos melhorados de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p. 297-303, 2015.