



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA
TROPICAL**

CAMILO DE LELLIS DE SOUSA ALMEIDA

**USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS
DE GRAVIOLEIRA E PRODUÇÃO DE MUDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES**

**POMBAL - PB
2017**

CAMILO DE LELLIS DE SOUSA ALMEIDA

**USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS
DE GRAVIOLEIRA E PRODUÇÃO DE MUDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marinês Pereira Bomfim

**POMBAL - PB
2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

DIS

A447u

Almeida, Camilo de Lellis de Sousa.

Uso de *Trichoderma* spp. na emergência de plântulas de gravioleira e produção de mudas em diferentes substratos e ambientes / Camilo de Lellis de Sousa Almeida. – Pombal, 2017.

76f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Marinês Pereira Bomfim".

1. *Annona Muricata* L. 2. Propagação sexual. 3. Fungos biológicos. 4. Matéria orgânica. 5. Gravioleira - mudas. I. Bomfim, Marinês Pereira. II. Título.

UFCG/CCTA


CDU 634.41(043)

CAMILO DE LELLIS DE SOUSA ALMEIDA

**USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS
DE GRAVIOLEIRA E PRODUÇÃO DE MUDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 24 de novembro de 2017


Prof.^o: Dr.^a Marinês Pereira Bomfim
UFCG/CCTA/UAGRA
Orientadora


Prof.^o: Dr.^o Abel Rebouças São José
UESB-BA
Examinador Externo


Prof.^o: Dr.^o João Batista dos Santos
UFCG/CCTA/UAGRA
Examinador Interno

**POMBAL - PB
2017**

A Deus, pela infinita misericórdia e proteção;

À minha mãe, Maria Salete de Sousa Almeida, que foi e sempre será minha fonte de inspiração. Tudo que sou hoje devo a ela;

Ao meu Pai, Geraldo Felix de Almeida, um homem simples, honesto, que transmitiu suas qualidades para seus filhos. Um exemplo a ser seguido;

À minha avó, Júlia Maria de Sousa (in memoriam), que foi o alicerce da nossa família;

À Fabiana Carla Mendes Oliveira, minha noiva, namorada, amiga, conselheira, que acompanhou e acompanha todo o meu desenvolvimento, sou eternamente grato;

A todos os meus amigos e familiares,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por está sempre presente em minha vida, ter me dado paciência e perseverança para superar as dificuldades e alcançar meus objetivos;

À Universidade Federal de Campina Grande, por conceder condições necessárias para a execução do trabalho;

À minha orientadora, Professora Dr^a. Marinês Pereira Bomfim, e aos membros da banca avaliadora, pelas orientações, disponibilização de tempo, críticas e contribuições que resultaram na realização deste trabalho; sou muito grato;

À graduanda Maila Vieira Dantas, pela inestimável ajuda na condução do trabalho, coleta e análises dos dados, agradeço;

Aos meus pais, Geraldo Felix de Almeida e Maria Salete de Sousa Almeida, que me deram o dom da vida, educaram-me e sonharam com esse momento, que será único em nossas vidas;

À Fabiana Carla Mendes de Oliveira, minha noiva, amiga, companheira, conselheira, agradeço pela ajuda e compressão, você é muito importante em minha vida, essa vitória também será sua;

A todos que, de forma direta e indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 A cultura da gravioleira	17
2.2 Produção de mudas	18
2.3 <i>Trichoderma</i> na propagação de plantas	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPITULO 1	27
USO DE <i>Trichoderma</i> spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GRAVIOLEIRA	27
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Local do experimento	32
2.1 Preparo dos tratamentos	32
2.3 Características avaliadas	33
2.4. Análises estatísticas	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPITULO 2	42
INFLUÊNCIA DE AMBIENTES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA	42
RESUMO	43
1 INTRODUÇÃO	45

2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Local do experimento	47
2.3 Preparo dos tratamentos	47
2.2 Práticas culturais	49
2.4 Características avaliadas	50
2.5 Análises estatísticas	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4 CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1 - USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GRAVIOLEIRA

Figura 1.1 Pesagem dos isolados de <i>Trichoderma</i> spp.....	33
Figura 1.2 Sementes de gravioleira inoculadas em solução contendo <i>Trichoderma</i> spp.....	33
Figura 1.3 Semeio da gravioleira em bandejas contendo areia lavada e autoclavada.....	33
Figura 1.4 Disposição do experimento em bancada de laboratório.....	33
Figura 1.5 Avaliação de altura em plântulas de gravioleira.....	34
Figura 1.6 Avaliação de diâmetro de caule em plântulas de gravioleira.....	34
Figura 1.7 Avaliação de comprimento de raiz em plântulas de gravioleira.....	35
Figura 1.8 Pesagem da matéria seca em plântulas de gravioleira.....	35

CAPITULO 2 - INFLUÊNCIA DE AMBIENTES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA

Figura 2.1 Mistura dos constituintes dos tratamentos.....	49
Figura 2.2 Preenchimento de saquinhos com os respectivos tratamentos.....	49
Figura 2.3 Semeio da graviola nos respectivos tratamentos.....	49
Figura 2.4 Tratamentos contendo duas sementes por saquinho.....	49
Figura 2.5 Leituras de temperatura em termômetro digital ao longo do experimento.....	50
Figura 2.6 Desbaste das mudas de gravioleira aos 60 dias.....	50
Figura 2.7 Plântula de gravioleira totalmente emergida.....	51
Figura 2.8 Análise fisiológicas em mudas de gravioleira.....	52
Figura 2.9 Avaliação de altura de planta em mudas de gravioleira.....	52
Figura 2.10 Mensuração de diâmetro de caule em mudas de gravioleira.....	52
Figura 2.11 Retirada de substrato das raízes das mudas de gravioleira em água corrente.....	53
Figura 2.12 Avaliação do comprimento de raiz em mudas de gravioleira.....	53
Figura 2.13 Seccionamento das partes aérea e raiz em mudas de gravioleira.....	54
Figura 2.14 Obtenção da massa da matéria seca em mudas de gravioleira.....	54
Figura 2.15 Mudas de gravioleira aos 120 dias conduzidas a pleno sol (esquerda) e em viveiro (direita).....	66

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1 - USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GRAVIOLEIRA

Tabela 1.1 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para altura de plântulas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em plântulas de gravioleira. Pombal - PB, 2017..... 36

Tabela 1.2 Influência de *Trichoderma* spp. sobre altura de plântulas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em plântulas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 37

CAPITULO 2 - INFLUÊNCIA DE AMBIENTES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA

Tabela 2.1 Substratos oriundos de mistura das proporções de solo (S), esterco bovino (EB), esterco caprino (EC), basaplant (BP) e fibra de coco (FC). Pombal - PB, 2017..... 47

Tabela 2.2 Análises físico-químicas das composições de substratos empregados no experimento com gravioleira. Pombal - PB, 2017. 48

Tabela 2.3 Temperatura média (°C) às 9:00 e 15:00 h em cada ambiente de cultivo, durante 120 dias de avaliação. Pombal - PB, 2017. 50

Tabela 2.4 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para o índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de plantas aos 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 60 dias (DC60), número de folhas aos 60 dias (NF60) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 56

Tabela 2.5 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017..... 58

Tabela 2.6 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para variáveis taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂, (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 61

Tabela 2.7 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) em mudas de gravioleira. Pombal - PB. 62

Tabela 2.8 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para variáveis altura de plantas aos 80 dias (ALT80), altura de planta aos 100 dias (ALT100), altura de plantas aos 120 dias (ALT120), diâmetro do caule aos 80 dias (DC80), diâmetro do caule aos 100 dias (DC100), diâmetro do caule aos 120 dias (DC120), número de folhas aos 80 dias (NF80), número de folha aos 100 dias (NF100), número de folhas aos 120 dias (NF120), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 65

Tabela 2.9 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis altura de planta aos 80 dias (ALT80), altura de plantas aos 100 dias (ALT100), altura de planta aos 120 dias (ALT120), diâmetro do caule aos 80 dias (DC80) e número de folhas aos 120 dias (NF120) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 67

Tabela 2.10 Influência dos fatores isolados tratamentos e ambientes para as variáveis número de folhas aos 80 dias (NF80), número de folhas aos 100 dias (NF100), diâmetro do caule aos 100 dias (DC100), diâmetro do caule aos 120 dias (DC120) e comprimento de raiz (CR) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 68

Tabela 2.11 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017. 70

RESUMO GERAL

ALMEIDA, Camilo de Lellis de Sousa. **Uso de *Trichoderma* spp. na emergência de plântulas de gravioleira e produção de mudas em diferentes substratos e ambientes.** 2017. 75p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB¹, 2017.

A gravioleira é uma frutífera de grande importância para região Nordeste brasileira. Atualmente a cultura encontra-se em expansão, tendo a necessidade de estudos que visem aumentar a disponibilidade da planta para formação de novos pomares. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de isolados de *Trichoderma* spp. no crescimento inicial de plântulas de gravioleira, bem como estudar a influência de ambientes e diferentes substratos no desenvolvimento de mudas. Os experimentos foram conduzidos nas instalações da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), *campus* Pombal - PB. Para o primeiro experimento, as sementes de graviola cultivar Morada foram provenientes de frutos do pomar comercial localizado no Sítio Gado Brabo, município de Aparecida - PB. As sementes de graviola foram submersas por um período de 24 horas, nos respectivos tratamentos: T₁ = Testemunha, sementes submersas em água destilada; T₂ = *Trichoderma harzianum* na concentração de 2x10⁸ UFC; T₃ = *Trichoderma longibrachiatum* na concentração de 2x10⁸ UFC; e T₄ = T₂ + T₃. As características avaliadas foram altura de plântulas, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. Já para o segundo experimento, também foram utilizadas as sementes da cultivar Morada, semeadas nos substratos constituídos pelas diferentes combinações de esterco bovino, esterco caprino, fibra de coco e basaplant, que variaram de 25 a 50%, combinadas com solo nas proporções de 25, 50 e 100%, de acordo com seus respectivos tratamentos. O experimento foi conduzido em dois ambientes: A₁- Viveiro coberto com malha sombrite® 50% e A₂ - a céu aberto. As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência, taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e a eficiência instantânea da carboxilação, aos 60 dias após o semeio. Ao longo do desenvolvimento 60, 80, 100 e 120 dias após o semeio, foram realizadas avaliações para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas. No final do experimento, aos 120 dias, foram realizados o comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e raiz, massa seca total e o índice de qualidade de Dickson. Em posse dos dados dos experimentos, conclui-se que o *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma*

¹Orientador(a): Dr^a. Marinês Pereira Bomfim, UFCG/CCTA

longibrachiatum não afetaram a promoção de crescimento de plântulas de gravioleira, nas condições em que o trabalho foi desenvolvido. Já para o segundo experimento, o ambiente viveiro com sombrite® 50% foi o melhor para a formação das mudas, e os tratamentos contendo esterco bovino são mais propícios para a formação das mudas de gravioleira, com destaque para os tratamentos T2 e T5, por apresentarem em suas composições maiores concentrações de solo, proporcionando diminuição nas concentrações de basaplant ou fibra de coco, que são materiais mais caros, sem prejuízos na qualidade de mudas.

Palavras-chave: *Annona muricata* L., propagação sexual, fungos biológicos, matéria orgânica.

GENERAL ABSTRACT

ALMEIDA, Camilo de Lellis de Sousa. **Use of *Trichoderma* spp. in the emergence of soursop seedlings and seedling production in different substrates and environments.** 2017. 75 p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture) - Graduate Program in Tropical Horticulture, Federal University of Campina Grande, Pombal - PB¹, 2017.

The soursop is a fruit of great importance for the Brazilian Northeastern region. Currently, the crop is expanding, and studies are needed to increase plant availability for new orchards. Thus, this work aimed to evaluate the effect of *Trichoderma* spp. in the initial growth of soursop seedlings, as well as to study the influence of environments and different substrates in the development of seedlings. The experiments were conducted at the Federal University of Campina Grande (FUCG), at the Center for Agro-Food Science and Technology (CAST), Pombal-PB campus. For the first experiment, soursop Morada variety seeds were obtained from fruits of the commercial orchard located in the Gado Brabo Farm, in the municipality of Aparecida - PB. The soursop seeds were submerged for a period of 24 hours in the respective treatments: T₁ = Test, seeds submerged in distilled water; T₂ = *Trichoderma harzianum* at 2x10⁸ CFU concentration; T₃ = *Trichoderma longibrachiatum* at 2x10⁸ CFU concentration; and T₄ = T₂ + T₃. The evaluated characteristics were seedling height, stem diameter, number of leaves, dry shoot mass, root dry mass, total dry mass and Dickson quality index. Also for the second experiment, the seeds of the Morada variety were also sown on the substrates composed of different combinations of cattle manure, goat manure, coconut fiber and basaplant, which varied from 25 to 50%, combined with soil in proportions of 25, 50 and 100%, according to their respective treatments. The experiment was conducted in two environments: A₁- Covered vivarium with sombrite® 50% mesh and A₂ - the open sky. The variables analyzed were: emergence speed index, emergency percentage, CO₂ assimilation rate, transpiration, stomatal conductance, CO₂ internal concentration, water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency at 60 days after sowing. During planting 60, 80, 100 and 120 days after sowing, evaluations were done for plant height, stem diameter and leaf number. At the end of the experiment, at 120 days, the root length, dry shoot and root mass, total dry mass and the Dickson quality index were determined. Based on the data from the experiments, it was concluded that *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* Didn't affect the growth promotion of soursop seedlings under the conditions in which the work was developed. For the second experiment, the vivarium environment with sombrite® 50% was the best for seedling formation, and the treatments containing bovine

¹Orientador(a): Dr^a. Marinês Pereira Bomfim, UFCG/CCTA

manure are more favorable for the formation of soursop seedlings, with emphasis on T2 and T5 treatments, for to present higher concentrations of soil in their compositions, providing a reduction in the concentrations of basaplant or coconut fiber, which are more expensive materials, without loss of seed quality.

Key words: *Annona muricata* L., sexual propagation, biological fungi, organic matter.

1 INTRODUÇÃO GERAL

As anonáceas denominam um nome genérico que designa as plantas da família anonaceae, as quais possuem cerca de 120 gêneros e aproximadamente 2300 espécies. O Brasil é constituído por 29 gêneros, dentro dos quais possuem cerca de 260 espécies, com algumas possuindo significativo interesse econômico (BRAGA SOBRINHO, 2014). O autor relata que, das espécies que possuem interesse econômico, destacam-se a gravioleira (*Annona muricata* L.), pinheira (*Annona squamosa* L.), cherimoleira (*Annona cherimólia* Mill.) e a atemoeira, híbrido de *A. cherimólia* e *A. squamosa*. Segundo Scaloppi Junior e Martins (2014), a pinha e a atemoia são consumidas principalmente de forma *in natura*. Já a exploração da graviola é mais voltada para obtenção de polpa que, por sua vez, pode ser processada, originando, assim, diversos produtos e subprodutos.

Segundo Rozane e Natale (2014), economicamente é crescente a procura pela polpa do fruto com intuito de suprir a demanda dos mercados interno e externo, embora não existam dados estatísticos sobre a área cultivada e a produção de anonáceas no Brasil. No entanto, Lemos (2014) cita que a gravioleira é a segunda anonácea em área cultivada e em produção no Brasil, perdendo apenas para a pinheira.

Apesar da graviola não aparecer na lista das frutas mais consumidas e produzidas no país, a cultura possui grande relevância a nível local e regional, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, nas quais o consumo *in natura* e principalmente o processamento da polpa é bastante apreciado (ANDRADE, 2013).

Verifica-se que o cultivo da gravioleira é bastante promissor para a região Nordeste, porém existem alguns gargalos que fazem com que a cultura não atinja seu potencial, podendo destacar a falta de disponibilidade de mudas para formação de pomares comerciais.

Segundo Leal et al. (2016), no tocante às atividades para produção de mudas, buscam-se reduzir custos, com isso, pesquisas têm sido direcionadas cada vez mais para o desenvolvimento de substratos alternativos. No entanto, deve-se levar em consideração, além da diminuição dos gastos, a capacidade dos substratos em disponibilizar para as mudas condições adequadas para as espécies trabalhadas (CASTRO et al., 2016). As condições adequadas para o desenvolvimento passam pelas propriedades químicas que, segundo Leal et al. (2016), estão relacionadas com a quantidade ideal de nutrientes para promover o bom desenvolvimento das mudas; propriedades físicas e biológicas, que se referem aquelas adequadas para crescimento das raízes, retenção de água, possibilita aeração e agregação do

sistema radicular, além de não favorecer o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas, que envolve o desenvolvimento do sistema radicular (LIMA et al., 2006).

De acordo com Costa et al. (2012), a ambiência vegetal é o conjunto de elementos que compõe as condições climáticas da área de produção e visa identificar as melhores condições microclimáticas para o desenvolvimento das plantas e obter melhores rendimentos e produtividades. O autor ainda relata que a utilização de ambientes protegidos pode promover maior uniformização das mudas formadas e obtenção de pomares homogêneos, fundamental durante o processo de produção.

Dessa forma, são importantes estudos que visem desenvolver tecnologias para o desenvolvimento da cultura, principalmente para a região Nordeste que, tradicionalmente, consome a polpa da graviola, bem como seus produtos e subprodutos; dentre tais tecnologias, destacam-se aquelas referentes à produção de mudas. Estudos que almejem elaborar tecnologias para aumento da disponibilidade e qualidade de mudas são imprescindíveis, pelo fato do desenvolvimento de uma muda de boa qualidade proporcionar maiores chances da obtenção de uma planta adulta com tal característica.

Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência de *Trichoderma* spp. na emergência de plântulas de gravioleira e estudar a influência de ambientes e diferentes substratos na produção de mudas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da gravioleira

Segundo Mosca et al. (2006), a família Annonaceae compreende grande número de gêneros e espécies, a maioria nativa das regiões tropicais ou subtropicais. Muitas dessas espécies têm despertado o interesse como frutíferas comerciais, sendo cultivadas em vários países.

Dentre as espécies de anonáceas que produzem frutos comestíveis, as mais conhecidas e de maior importância econômica são: gravioleira (*A. muricata* L.); pinheira (*A. squamosa* L.); cherimoleira (*A. cherimólia* Mill.) e a atemoeira (híbrido de *A. cherimolia* x *A. squamosa*). Essas quatro anonáceas produzem frutos bastante aromáticos, de sabor agradável, açucarado e ligeiramente ácido (MOSCA et al., 2006).

Segundo Baptestini et al. (2015), a gravioleira (*Annona muricata* L.) é originária das terras baixas da América tropical, especificamente na América Central e nos vales peruanos. Distribuída nas regiões tropicais do mundo pelos espanhóis, que as encontraram prosperando de forma abundante na região do Caribe, e foi introduzida no Brasil no século XIV pelos portugueses (PINTO; SILVA 1995).

Segundo Figueirêdo et al. (2013), a gravioleira no Brasil é cultivada especialmente nos estados do Nordeste, e a produção é destinada principalmente para a agroindústria, onde é utilizada na fabricação de sucos, sorvetes, compotas e doces cristalizados. É considerada a segunda anonácea em área cultivada e em produção, perdendo apenas para a pinheira (LEMOS, 2014).

Segundo Pinto e Silva (1995), a gravioleira é um vegetal de crescimento ereto que possui porte médio, podendo atingir de 6 a 9 metros. As folhas possuem pecíolo curto, são elípticas, possuindo nervuras poucos perceptíveis. Já as flores são hermafroditas, de cor verde escura, quando em crescimento; e verde claro, quando próximo a antese, com formato piramidal; de forma geral, estão inseridas em pedúnculo curto axilares ou diretamente no tronco.

Segundo Mosca et al. (2006), o fruto é uma baga composta, com frutos múltiplos ou sincarpo, medindo de 16,2 a 30,1 cm de comprimento por 11,3 a 21,2 cm de largura, com peso de 1 até 10 kg, de forma elipsoidal ou ovoide; são carnosos, curtos e moles, possui polpa branca, sucosa e ligeiramente ácida, muito aromática, de sabor agradável e alto conteúdo de vitamina A e C. As sementes, acima de 95 por fruto, são ovoides e aplainadas, medindo entre

15 e 20 mm de comprimento, pesando entre 0,57 a 0,61 g, tendo a testa dura e cor marrom-escuro-brilhante.

2.2 Produção de mudas

Segundo Freitas et al. (2013), uma das maneiras de incrementar a produtividade média dos pomares brasileiros e, principalmente, a precocidade da primeira produção é o emprego de mudas de qualidade na implantação dos pomares. Todavia, para se conseguir obter mudas de qualidade, é necessário observar vários aspectos para a sua produção.

Os primeiros aspectos a serem pesquisados para produção de mudas de qualidade são os tipos de substratos e recipientes, pois ambos contribuem no fornecimento de nutrientes e no desenvolvimento do sistema radicular. O tamanho do recipiente deve suportar o desempenho da raiz durante o período de permanência no viveiro (LIMA et al., 2009). Entretanto, o substrato é responsável por fornecer todas as condições desejadas na produção das mudas, cujas características físicas e químicas disponibilizam nutrientes e água de acordo com a necessidade da planta.

A qualidade na produção de mudas deve ser explorada para fins comerciais, como no caso das sementes, adubos e substratos que são fatores que contribuem ou afetam no desenvolvimento e sanidade das mudas (YAMANISHI et al., 2004). As técnicas no sistema de produção de mudas conferem vantagens no cultivo, entretanto, tem-se observado problemas nos diferentes substratos utilizados, pois os fatores umidade, arejamento e fornecimento de nutrientes podem interferir diretamente na germinação e desenvolvimento, afetando a quantidade e qualidade das mudas na produção final (SILVA et al., 2008).

Para Lima et al. (2006), do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento das raízes, reter água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, além de não favorecer o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas. Quanto à composição química, deve fornecer todos os nutrientes em quantidade adequada, requerida pela planta. Para que o aporte de nutrientes seja adequado, é preciso haver boa capacidade de troca catiônica (CTC), pH próximo da neutralidade e baixa salinidade (condutividade elétrica).

Segundo Gomes e Silva (2004), na formação de substratos tem-se usado várias misturas para sua composição, devido à dificuldade de se encontrar um material puro que apresente todas as características adequadas para compor um bom substrato, podendo envolver dois ou mais materiais. Como exemplos, alguns autores citam os variados materiais que podem fazer parte de substratos, como a cama de aviário, esterco de bovino e húmus na

proporção de 2:2:1 Sousa et al. (2003), mistura de composto orgânico, esterco bovino e casca de coco triturada, na proporção de 1:1:1 Araújo Neto et al. (2009), solo mais composto orgânico e vermiculita, na proporção de 1:1:1 Costa et al. (2010), mistura de areia e esterco de curral, na proporção 3:1 Dantas et al. (2010), mistura de Plantmax® e casca de arroz carbonizada, nas proporções de 1:2 (SILVA, 2008).

O uso de esterco como substrato é adequado devido a sua velocidade de decomposição microbiana e disponibilização de macros e micronutrientes, que equilibra a relação de C:N, aumentando a CTC, além de obter uma boa estrutura químico-físico que incrementa na produtividade (MELO et al., 2008). Já a fibra de coco verde está sendo utilizada como substrato por agricultores na produção de mudas ou usada em cultivos sem o uso de solo; sua fibra possui alta porosidade, grande porcentagem de lignina, celulose e uma pequena quantidade de hemicelulose, que compõem a fração pelo qual os microrganismos atacam, tornando-o um substrato de grande durabilidade. Para obter o substrato, as fibras passam por uma série de processos, como corte, desfibramento, secagem, trituração e lavagem (CARRIJO et al., 2002).

O substrato, aliado ao ambiente protegido, promove maior uniformidade e homogeneidade das mudas e pomares no processo de produção, pois o ambiente protegido compõem condições climáticas que atuam no rendimento produtivo (COSTA et al., 2012).

O cultivo protegido é considerado uma tecnologia adequada na produção de mudas, pois eleva a qualidade e desempenho das mudas, além da eficiência no controle fitossanitário que contribui na formação de plantas saudáveis (BEZERRA, 2003).

Para Costa et al. (2012), é importante o estudo da produção de mudas em ambientes protegidos, como viveiros agrícolas, viveiro de mudas e casas de vegetação climatizadas, assim como no transporte de hortaliças e frutas, seu armazenamento e conservação. A temperatura, umidade, luminosidade, entre outros fatores, podem ser controlados, gerando um microclima favorável ao crescimento das mudas (BEZERRA, 2003).

O ambiente protegido confere às cultivares o aumento da qualidade, produtividade e sanidade, atendendo os parâmetros comerciais, que são promovidos pela alteração física que o ambiente fornece, no entanto, essas alterações em excesso ou diminuição acentuada dos fatores controlados causam redução na produção e qualidade das plantas (GUISELINI et al., 2010).

2.3 *Trichoderma* na propagação de plantas

Trichoderma é a fase imperfeita de *Hypocrea*, portanto, pertence ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Ordem Hypocreales e Família Hypocreaceae (INDEX FUNGORUM, 2017).

Segundo Grondona et al. (1997), o gênero *Trichoderma* foi introduzido por Person a mais de 200 anos e consiste de fungos anamórficos isolados, principalmente do solo e da matéria orgânica em decomposição. Muitas aplicações biotecnológicas modernas desses fungos, como agentes de controle biológico, são derivadas dos trabalhos de Weindling (1934), que foi um dos pioneiros em estudos com fungos antagonistas contra patógenos do solo. Em seus estudos, o autor supracitado também foi um dos primeiros a utilizar *Trichoderma* no controle de doenças provocados por *Rhizoctonia solani* em citros.

O gênero *Trichoderma* possui uma ampla faixa de distribuição no mundo, são fungos de vida livre, com presença em praticamente quase todos os tipos de solos. Além de habitarem solos, fungos desse gênero possuem preferência em sítios com presença de matéria orgânica, como materiais vegetais herbáceos e arbóreos, dentre outros (HARMAN et al., 2004; REIS, 2014).

Antagonistas desse gênero utilizam basicamente quatro mecanismos de ação no controle de fitopatógenos: micoparasitismo, antibiose, competição e a indução de mecanismos de defesa da planta (VAN DRIESCHE; BELLOWS, 1996). Além dos mecanismos citados, estudos vêm sendo conduzidos ao longo do tempo sobre a influência substancial na promoção do crescimento e desenvolvimento de plantas.

Segundo Machado et al. (2012), o parasitismo designa uma relação nutricional entre dois seres vivos, em que um dos componentes da relação, o parasita, obtém todo ou parte de seu alimento às custas do outro componente, o hospedeiro. Uma das características mais marcantes de *Trichoderma* é a sua capacidade de parasitar outros fungos (HOWELL, 2003).

Atuação de *Trichoderma* por antibiose é a interação entre organismos na qual indivíduos de uma população secretam metabólitos capazes de inibir ou impedir o desenvolvimento dos indivíduos de outra espécie. Esses metabólitos são usualmente denominados antibióticos. Espécies do gênero *Trichoderma* são capazes de secretar mais de 100 diferentes tipos de antibióticos, que são capazes de inibir o crescimento de diferentes patógenos (AMORIN et al., 2011). As cepas de *Trichoderma* não apenas produzem diretamente substâncias antibióticas, elas também estimulam fortemente as plantas a produzirem seus próprios compostos antimicrobianos (HARMAN et al., 2004).

Segundo Reis (2014), a atuação de *Trichoderma* por competição envolve a interação entre dois ou mais organismos na disputa por nutrientes e por espaço. A competição por espaço, que se dá, principalmente, pela ocupação dos sítios de colonização; e a competição por nutrientes, como: carbono, água, luz, espaço, fatores de crescimento, oxigênio, entre outros (PAULITZ, 1990; MELO 1996).

Indução de resistência por *Trichoderma* é um mecanismo na qual a planta se defende da agressão por fitopatógenos, produzindo diferentes substâncias, tais como: lignina, fitoalexina e compostos fenolíticos (HARMAN et al., 2004).

Harman et al. (2004) citam que além de possuírem os mecanismos de parasitar, competir, inibir fungos patogênicos e induzir a resistência de plantas, estudos têm demonstrado a capacidade do *Trichoderma* em promover o crescimento vegetal. Os autores relacionam o crescimento vegetal ao aumento do crescimento das raízes que, por consequência, pode influenciar a produtividade da planta. Em muitos casos, essas respostas são resultados dos efeitos diretos sobre plantas, como a diminuição da atividade deletéria da microflora e a inativação de compostos tóxicos na zona de raiz. Também os fungos benéficos aumentam a absorção de nutrientes e a eficiência do uso de nitrogênio, e podem solubilizar nutrientes no solo (fosfato de rocha, Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{4+} e Zn). Mesmo na ausência de patógenos, as plantas frequentemente têm raízes maiores e elevados níveis de produtividade na presença de *Trichoderma*.

Segundo Jungens et al. (2016), *Trichoderma* spp. proporcionou melhora na emergência das plântulas e maior número de folhas em plântulas de canafístula, apresentando potencial para ser usado para o tratamento de sementes desta cultura.

Pedro et al. (2012), avaliando a promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp., concluíram que as espécies *Trichoderma harzianum*, *T. strigosum* e *T. theobromicola* foram os isolados mais eficientes, proporcionando aumentos superiores a 30% na produção de matéria seca da parte aérea das plantas e reduzindo a severidade da doença entre 63 e 98%.

Silva et al. (2011), avaliando a promoção de crescimento por *Trichoderma* spp. em pepineiro em três épocas de avaliações, obtiveram ganhos da massa da matéria seca (MMS) que variaram de 47,83% a 100%. Os autores concluíram, então, que o *Trichoderma* spp. promoveu o crescimento em plantas de pepino.

Chagas et al. (2016), avaliando a eficiência da inoculação de *Trichoderma asperellum* UFT-201 em componentes de produção de feijão-frade, sob condições de crescimento no campo, nos anos de 2013 e 2014, obtiveram dados de sobrevivência superiores em 23,0 e

13,2%, respectivamente, e produtividade 9,5% superior ao controle em ambas as campanhas. Os autores supracitados concluíram que, em termos globais, a inoculação com *Trichoderma* proporcionou os melhores resultados nas diversas variáveis ilustradoras de biomassa para as duas campanhas, conduzindo a uma maior produtividade.

Segundo Grondona et al. (1997), a maioria das espécies de *Trichoderma* crescem rapidamente em meios de cultura artificiais e produzem grande quantidade de pequenos conídios verdes ou brancos de conidióforos. As cepas mais comuns do gênero *Trichoderma*, utilizadas como agentes de controle biológico, são *T. virens*, *T. viride* e, acima de tudo, *T. harzianum*.

Segundo Pomella e Ribeiro (2009), os produtos à base de *Trichoderma* são encontrados no mercado na formulação de pó molhável (PM), grânulos dispersíveis em água (WG) e líquida (esporos em suspensões aquosas e oleosas), podendo ser aplicados em substratos, sementes e na parte aérea das plantas. As aplicações devem ser realizadas no final da tarde em condições de alta umidade.

Segundo Machado et al. (2012), no Brasil, dentre os aspectos que justificam a baixa aplicabilidade do *Trichoderma*, está a limitada disponibilidade de produtos comerciais à base de *Trichoderma*, legalmente registrados no Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento (MAPA); e a difusão de conceitos, princípios e vantagens envolvidos no uso de bioprodutos que é deficiente, limitando o conhecimento dos consumidores sobre as consequências para a saúde pública e ambiental do uso intensivo de agrotóxicos. Uma das alternativas para amenizar a baixa aplicabilidade é a pesquisa, que vise esclarecer quais os mecanismos de interação entre os agentes de biocontrole, os patógenos, as plantas, o ambiente, bem como estudos que objetivem a introdução de bioformulações no país (MORANDI; BETTIOL, 2009).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN-FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres. 2011, p. 383-387.

ANDRADE, B.B. **Recipientes e fontes orgânicas em substratos na produção de mudas de graviola**. 2013. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2013.

ARAÚJO NETO, S.E.; AZEVEDO, J.M.A.; GALVÃO, R.O.; OLIVEIRA, E.B.L. FERREIRA, R.L.F.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1408-1413, 2009.

BAPTESTINI, F.M.; CORRÊA, P.C.; JUNQUEIRA, M.S.; RAMOS, A.M.; VANEGAS, J.D.B.; COSTA, C.F. Modelagem matemática da secagem de espuma de graviola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.12, p.1203-1208, 2015.

BEZERRA, F. C. **Produção de Mudas de Hortaliças em Ambiente Protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).

BRAGA SOBRINHO, R. Produção integrada de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. spe1, p. 102-107, 2014.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CASTRO, E.B.; SANTOS, L.D.T.; FERNANDES, L.A.; TAJIMA, C.Y. Silicato de alumínio em substrato para produção de mudas de *Corymbia citriodora*. **Floresta Ambiente**, Rio de Janeiro, vol. 23, n. 2, p. 229-236, 2016.

COSTA, E.; FERREIRA, A.F.A.; SILVA, P.N.L.; NARDELLI, E.M.V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.

COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; SANTOS, L.C.R.; VIEIRA, L.C.R. Crescimento de mudas de mamoeiro conduzidas em diferentes ambientes protegidos, recipientes e substratos na região de Aquidauana, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 463-470, 2010.

CHAGAS, L.F.B.; CASTRO, H.G.; COLONIA, B.S.O.; FILHO, M.R.C.; MILLER, L.O.; CHAGAS JUNIOR, A.F. Eficiência da inoculação de *Trichoderma asperellum* UFT-201 em componentes de produção de feijão-frade sob condições de crescimento no campo. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 413-421, 2016.

DANTAS, J.D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E.V.; GÓES, G.B.; DANTAS, J.D. Superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxerto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 231-236, 2010.

FIGUEIRÊDO, G.R.G.; VILASBOAS, F.S.; OLIVEIRA, S.J.R.; SODRÉ, G.A.; SACRAMENTO, C.K. Propagação da gravioleira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 860-865, 2013.

FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; PINTO, J.R.S.; TOSTA, M.S.; DOMBROSKI, J.L.D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 319-327, 2013.

GOMES, J.M.; SILVA, A.R. **Os substratos e sua influência na qualidade de mudas**. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GUISELINI, C; SENTELHAS, P. C; PANDORFI, H; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: Radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.6, p.645–652, 2010.

GRONDONA, I.; HERMOSA, M.R.; TEJADA, M.; GOMIS, M.D.; MATEOS, P.F.; BRIDGE, P.D.; MONTE, E.; GARCIA-ACHA, I. Physiological and biochemical characterization of *Trichoderma harzianum*, a biological control agent against soil borne fungal plant pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington DC, v. 63, n. 8, p. 3189–3198, 1997.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p; 46-56, 2004.

HOWELL, C.R. Mechanisms Employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87 n. 1, p. 4-10, 2003.

INDEX FUNGORUM. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?pg=1>> Acesso em 19/10/2017.

JUNGES, E.; MUNIZ, M.F.; MEZZOMO, R.; BASTOS, B.; MACHADO, R.T. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.2, p. 237-244, 2016.

LEAL, C.C.P. TORRES, S.B.; BRITO, A.A.F.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis* L. F. em função de diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 727-734, 2016.

LEMONS, E.E.P.A. Produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. spe1, p. 77-85, 2014.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; JERÔNIMO, J.F.; VALERIA, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Revista de Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

LIMA, R.L.S.; WEBER, O.B.; PEREIRA, W.E.; CORREIA, D.; SOFIATTI, V.; BRANDÃO, Z.N.; FERREIRA, G.B. Crescimento e teores de nutrientes em mudas de gravioleira cultivadas em seis substratos. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 594-606, 2009.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n.1, p. 274-288, 2012.

MELO, I.S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Jaguariuna, v. 4, p. 261-295, 1996.

MELO, L.C.A; SILVA, A.C; DIAS, B.O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.101-110. 2008.

MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, M.A.B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p.07-14.

MOSCA, J.L.; CAVALCANTE, C.E.B.; DANTAS, T.M. **Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 106).

PAULITZ, T.C. Biochemical and ecological aspects of competition in biological control. In: Baker, R.R.; DUNN, P.E. (Eds.). **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Wiley Blackwell, 1990 p. 713-724.

PINTO, A.C.Q.; SILVA, E.M. **A cultura da graviola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 106 p. (Coleção Plantar, 31).

PEDRO, E.A.S.; HAKAKAVA, R.; LUCON, C.M.M.; GUZZO, S.D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1589-1595, 2012.

POMELLA, A.W.V.; RIBEIRO, R.T.S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas: Uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed) **Biocontrole de doenças de plantas: Uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 238-243.

REIS, M.T. **Identificação e avaliação do potencial de uso de isolados de *Trichoderma* contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii***. 2014. 117p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ROZANE, D.E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.36 n. spe1, p. 166-175, 2014.

SILVA, C. P. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona Squamosa L.*), Graviroleira (*Annona Muricata L.*) e Atemoeira (*Annona Squamosa L. X Annona Cherimola L.*) tratadas com ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenoacético (ANA) e bioestimulante.** 2008. 37p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2008.

SILVA, E.A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; OLIVEIRA, A.C.; REIS, L.L.; BARDIVIESSO, D.M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v.29, p.245-254, 2008.

SILVA, V.N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C.M.M.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.12, p.1609-1618, 2011.

SOUZA, C.A.S.; CORRÊA, F.L.O.; MENDONÇA, V.; CARVALHO, J.G.; Crescimento de mudas de graviroleira (*Annona muricata L.*) em substrato com superfosfato simples e vermicomposto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 453-456, 2003.

SCALOPPI JUNIOR, E.J.; MARTINS, A.B.G. Estaquia em anonas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36 n. e1, p. 147-156, 2014.

VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS, J.R. **Biological Control**. London: Chapman & Hall, 1996.

WEINDLING, R. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. **Phytopathology**, v. 24 p. 1153-1179. 1934.

YAMANISHI, O.K.; FAGUNDES, G.R.; MACHADO FILHO, J.A.; VALONE, G.V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

CAPITULO 1

USO DE *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GRAVIOLEIRA

RESUMO

A importância socioeconômica do cultivo de anonáceas, especialmente da gravioleira no Brasil, tem aumentado nos últimos anos pela maior procura por frutas tropicais, além da possibilidade de uso na indústria farmacêutica e de cosméticos. O uso do *Trichoderma* sp. na promoção de crescimento de plantas vem sendo estudado em várias culturas, como feijão, milho e em espécies florestais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de isolados de *Trichoderma* no crescimento inicial de plântulas de gravioleira. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), campus Pombal-PB, no Laboratório de Fitotecnia. As sementes utilizadas para o experimento foram da cultivar Morada, provenientes de frutos do pomar comercial localizado no Sítio Gado Brabo, município de Aparecida - PB. Foi utilizado O delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, tomando 25 sementes por repetição. As sementes foram submersas por um período de 24 horas, nos seus respectivos tratamentos: T₁ = Testemunha, sementes submersas em água destilada; T₂ = *Trichoderma harzianum* na concentração de 2x10⁸ UFC; T₃ = *Trichoderma longibrachiatum* na concentração de 2x10⁸ UFC; e T₄ = T₂ + T₃. As características avaliadas foram altura de plântulas, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. O *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* não afetaram a promoção de crescimento de plântulas de gravioleira, nas condições em que o trabalho foi desenvolvido.

Palavras-chave: *Annona muricata* L., promoção do crescimento, fungo biológico, propagação sexual.

ABSTRACT

The socioeconomic importance of the cultivation of Anonaceae, especially of soursop in Brazil, has increased in recent years due to the greater demand for tropical fruits, besides the possibility of use in the pharmaceutical and cosmetics industry. The use of *Trichoderma* sp. in the promotion of plant growth has been studied in several crops, such as beans, corn and in forest species. Thus, the present work had as objective to evaluate the effect of *Trichoderma* isolates on the initial growth of soursop seedlings. The experiment was conducted at the Federal University of Campina Grande (FUCG), Center for Agro-Food Science and Technology (CAST), Pombal-PB campus, at the Phytotechnology Laboratory. The seeds used for the experiment were the Morada variety, from fruits of the commercial orchard located in the Gado Brabo Farm, in the municipality of Aparecida-PB. It was used the randomized design, with 4 treatments and 4 replicates, taking 25 seeds per replicate. The seeds were submerged for a period of 24 hours in their respective treatments: T₁ = Test, seeds submerged in distilled water; T₂ = *Trichoderma harzianum* at 2x10⁸ CFU concentration); T₃ = *Trichoderma longibrachiatum* at 2x10⁸ CFU concentration; and T₄ = T₂ + T₃. The evaluated characteristics were seedling height, stem diameter, number of leaves, dry shoot mass, root dry mass, total dry mass and Dickson quality index. *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* didn't affect the growth promotion of soursop seedlings under the conditions in which the work was developed.

Key-words: *Annona muricata* L., growth promotion, biological fungi, sexual propagation.

1 INTRODUÇÃO

Anonácea é o nome genérico que designa as plantas da família botânica Annonaceae (WATANABE et al., 2014). Compreende várias espécies, porém, Pareek et al. (2011) citam cinco com significativo interesse econômico, a saber: a gravioleira (*A. muricata* L.), a pinheira (*A. squamosa* L.), a cherimoleira (*A. cherimólia* Mill.), a condessa (*A. reticulata* L.) e a atemoieira (híbrido de *A. cherimólia* x *A. squamosa*).

Segundo Baptestini et al. (2015), a gravioleira é uma planta originária das terras baixas da América Tropical. Seus frutos são utilizados na fabricação de sucos, sorvetes, compotas, geleias e doces. A condução da cultura é uma atividade recente, entretanto, vem ganhado uma atenção especial nos últimos anos, principalmente pelo fato do aumento do interesse por frutas tropicais, além da possibilidade de uso na indústria farmacêutica e de cosméticos (SÃO JOSÉ et al., 2014).

Segundo Junges et al. (2016), *Trichoderma* spp. tem se destacado como bioprotetor, por atuar como antagonista de alguns fitopatógenos de importância econômica e também por promover o crescimento de plantas. A indução de crescimento de plantas, promovida pela aplicação de *Trichoderma*, foi inicialmente relacionada ao controle dos microrganismos prejudiciais presentes no solo (MACHADO et al. 2012). Entretanto, Harman et al. (2004) citam que, na ausência de fitopatógenos, tal mecanismo de ação tem sido relacionado à produção de hormônios ou fatores de crescimento, maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta.

O uso do *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento de plantas vem sendo desenvolvido em diversas culturas, como feijão, milho e em espécies florestais, porém, não foi encontrado na literatura trabalhos que relacionem o efeito do fungo biológico no desenvolvimento da cultura da gravioleira. Segundo Machado et al. (2012), os mecanismos de ação dos microrganismos são específicos, e vários fatores podem interferir neles, podendo variar conforme a cultura e o ambiente, assim como a interferência de outros microrganismos, substrato, temperatura, umidade e forma de aplicação, tornando, assim, relevantes estudos que visem verificar a influência do fungo na cultura da gravioleira.

Em face do exposto, é de grande importância o desenvolvimento de tecnologias que melhorem o desempenho das plantulas, pois contribuirá para acelerar e uniformizar o estabelecimento inicial das plantas no campo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de *Trichoderma* spp. no crescimento inicial de plântulas de gravioleira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), *campus* Pombal-PB, no Laboratório de Fitotecnia, cujas coordenadas geográficas são 6° 46' 13'' de latitude S e 37° 48' 06'' de longitude a W de Greenwich e altitude de 144 m, no período de 12 de agosto a 12 de outubro de 2017.

Para realização do experimento, foram adquiridos frutos de graviola cultivar morada, provenientes do pomar comercial, localizado no sítio Gado Brabo, município de Aparecida-PB (Latitude 06° 47' 04'' S, Longitude 38° 05' 12'' W e 214 m de altitude). Os frutos foram despolidos manualmente e separadas as sementes, que foram lavadas em água corrente e secadas à sombra por três dias.

2.1 Preparo dos tratamentos

Para preparo dos tratamentos, inicialmente os *Trichoderma* tiveram suas massas aferidas em balança analítica com precisão de 0,0001 g (Figura 1.1); após a pesagem, os fungos foram diluídos em água destilada em becker de 500 ml para posterior inoculação. As sementes de graviola foram submersas nos seus respectivos tratamentos: T₁ = Testemunha (sementes submersas em água destilada); T₂ = *Trichoderma harzianum* (utilizando o produto comercial Trichobio, na concentração de 2x10⁸ UFC); T₃ = *Trichoderma longibrachiatum* (utilizando o produto comercial Trichonemat, na concentração de 2x10⁸ UFC); e T₄ = T₂ + T₃. Os fungos biológicos foram cedidos pela empresa BIOFUNGI – Controle Biológico, Eunápolis – BA. Preparados os tratamentos, as sementes ficaram submersas por um período 24 horas (Figura 1.2).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.1 Pesagem dos isolados de *Trichoderma* spp.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.2 Sementes de gravioleira inoculadas em solução contendo *Trichoderma* spp.

Para o semeio, foi utilizada areia lavada, autoclavada em bandejas com capacidade de 5 litros (34,9 x 28,9 x 7,5 cm), na profundidade de 3 cm (Figura 1.3), sendo as bandejas dispostas em bancada de laboratório (Figura 1.4).

No experimento, foi adotado o delineamento inteiramente casualizados, no qual foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.3 Semeio da gravioleira em bandejas contendo areia lavada e autoclavada.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.4 Disposição do experimento em bancada de laboratório.

2.3 Características avaliadas

O experimento foi conduzido por um período de 60 dias sob temperatura de 25°C. As características analisadas foram: altura de plântulas, diâmetro do caule, número de folhas,

massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson.

A altura da plântula (ALT) foi mensurada da distância entre a base do caule e o ápice do feixe de folhas mais novas, feita com o auxílio de régua graduada, e os valores expressos em centímetros (cm) (Figura 1.5).

O diâmetro do caule (DC) foi realizado com paquímetro digital, com valores expressos em milímetros (mm) (Figura 1.6).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.5 Avaliação de altura em plântulas de gravioleira.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.6 Avaliação de diâmetro de caule em plântulas de gravioleira.

Para o número de folhas (NF), foi contabilizado o número de folhas verdadeiras em cada plântula, expressando-se os resultados em número médio de folhas por plântulas.

O comprimento da raiz (CR) foi realizado após as mensurações das variáveis citadas anteriormente. As plântulas foram retiradas das bandejas e, com auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm), suas medidas foram determinadas, tomando como base o colo da plântula até o ápice da maior raiz (Figura 1.7).

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), inicialmente, com auxílio de uma tesoura, realizou-se o seccionamento das partes aérea e radicular, respectivamente, as quais foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft* e mantidas em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 72h, momento no qual as massas secas atingiram peso constante, quando então suas medidas foram aferidas (Figura 1.8). Os resultados foram expressos em gramas/plântulas (g/plântulas).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.7 Avaliação de comprimento de raiz em plântulas de gravioleira.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 1.8 Pesagem da matéria seca em plântulas de gravioleira.

A massa seca total (MST) foi determinada através do somatório das massas secas da parte aérea e raízes, e seus resultados também foram expressos em (g).

Em posse dos dados das variáveis analisadas, foi realizado o cálculo do índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD é calculado de forma balanceada, no qual se incluem as relações dos parâmetros morfológicos, como MST, MSPA MSR, ALT e DC, desenvolvidos em trabalho realizado com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola* (DICKSON et al., 1960). Apresentando a seguinte fórmula:

$$\text{IQD} = (\text{MST} / [(\text{ALT}/\text{DC}) + (\text{MSPA}/\text{MSR})]).$$

Em que: **IQD** = Índice de Qualidade de Dickson; **MST** = Massa seca total (g); **ALT** = Altura de plântula (cm); **DC** = Diâmetro de caule (mm); **MSPA** = Massa seca da parte aérea (g); **MSR** = Massa seca raiz (g).

2.4. Análises estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variância. Uma vez atendidas às pressuposições estatísticas, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o teste F, e as diferenças entre médias de tratamentos com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram feitas pelo programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR, versão 5.3, Builds 77 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve diferenças significativas para os tratamentos aplicados para as variáveis: altura de plântulas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para altura de plântulas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em plântulas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

FV	GL	ALT	DC	NF	CR	MSPA	MSR	MST	IQD
TRAT	3	1,142 ^{ns}	0,0530 ^{ns}	0,0362 ^{ns}	0,2027 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Resíduo	12	0,581	0,0169	0,0532	0,4529	0,0004	0,0004	0,0015	0,0001
CV(%)		6,96	5,18	8,55	12,44	13,38	28,33	17,36	23,56

^{ns}, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Apesar dos relatos de diversos autores a respeito da influência do fungo *Trichoderma* sobre crescimento de plantas em várias culturas, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos espécies de *Trichoderma* comparando com a testemunha (Tabela 1.2), significando que, para a cultura da gravioleira, o *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* e a mistura dos dois não exerceram efeitos nas condições em que o trabalho foi conduzido e com o substrato utilizado, para a variável altura de plântula. De acordo com Machado et al. (2012), a ação do *Trichoderma* é específica e pode variar de acordo com a cultura, substratos, microrganismos presentes no solo, temperatura etc.

O diâmetro do caule aprentou valores de 2,56 a 2,76 mm, porém, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados (Tabela 1.2). Semelhante a esses resultados, Junges et al. (2016), avaliando *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais, também não obtiveram diferenças estatísticas para *Parapiptadenia rigida* (angico), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Pelthophorum dubium* (canafistula), com valores de diâmetro do caule de 3,8 a 4,6 mm, 2,7 a 4,5 mm e 1,5 a 1,6 mm, respectivamente, obtidas aos 60 dias após a semeadura.

Para o número médio de folhas, os tratamentos foram estatisticamente semelhantes, os valores foram de 2,56 a 2,77 (Tabela 1.2). Silva et al. (2017) obtiveram resultados superiores no tratamento com sementes intactas, com dose de esterco zero (testemunha), ao avaliar a produção de mudas de gravioleira sob métodos de superação de dormência e doses crescentes de esterco bovino, com valor médio de 5,3. Talvez os resultados superiores encontrados pelos autores supracitados tenham ocorrido em decorrência da utilização de substrato contendo solo

e areia 2:1, enquanto neste trabalho foi utilizado apenas areia, influenciando, assim, a nutrição das plântulas.

Tabela 1.2 Influência de *Trichoderma* spp. sobre altura de plântulas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em plântulas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

TRAT.	ALT (cm)	DC (mm)	NF (Unid.)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD
T1	11,00 a	2,68 a	2,70 a	5,48 a	0,155 a	0,072a	0,227 a	0,036 a
T2	10,35 a	2,44 a	2,56 a	5,10 a	0,148 a	0,081 a	0,229 a	0,038 a
T3	10,81 a	2,43 a	2,77 a	5,64 a	0,157 a	0,081 a	0,238 a	0,037 a
T4	11,65 a	2,51 a	2,76 a	5,42 a	0,142 a	0,055 a	0,197 a	0,027 a

Dados com letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. **T1** = Testemunha; **T2** = *T. harzianum*; **T3** = *T. longibrachiatum*; **T4** = *T. harzianum* + *T. longibrachiatum*.

Para o comprimento da raiz, assim como as variáveis anteriores, não houve influência dos tratamentos contendo *Trichoderma* em relação à testemunha, cujos valores variaram de 5,10 a 5,64 cm. (Tabela 1.2). Diferentemente dos resultados encontrados por Carvalho et al. (2011) que, avaliando o biocontrole de patógenos em sementes e promoção do crescimento de plântulas de feijão comum utilizando *Trichoderma harzianum*, obtiveram valores superiores ao da testemunha, de 14,28 a 16,90 cm.

Mastouri et al. (2010), avaliando a mitigação de estresse bióticos e abióticos na germinação de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) cv. Jubileu com *Trichoderma harzianum*, obtiveram valores superiores com o uso do *Trichoderma* em sementes envelhecidas artificialmente, com idades de 10 e 20 dias em relação aos tratamentos com ausência do *Trichoderma*, com valores de comprimento de raiz superior à testemunha, em 5,33 e 13,04%, respectivamente.

Para a variável massa seca da parte aérea, observou-se um comportamento semelhante às outras variáveis, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1.2), ou seja, foram estatisticamente iguais, com valores de 0,148 a 0,1557 g. Resultados diferentes foram encontrados por Pereira (2012) ao avaliar a promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro, quando as sementes foram inoculadas com *Trichoderma* spp. A autora obteve resultados superiores aos da testemunha, com valores médios de massa seca da parte aérea de 4,52 e 4,66 g em plântulas de maracujá inoculadas com *T. longibrachiatum* e *T. harzianum*, respectivamente, enquanto que na testemunha a massa seca da parte aérea foi de 4,31 g.

Pedro et al. (2012) relataram que o aumento na produção de matéria seca pode variar de acordo com o isolado de *Trichoderma* utilizado e a cultura.

Para massa seca da raiz, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados (Tabela 1.2), muito embora Harman et al. (2004) relataram que *Trichoderma* spp. frequentemente promovem o crescimento e o desenvolvimento das raízes de plantas.

Chagas et al. (2017) não encontraram diferenças significativas ao avaliar *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal na cultura do milho, quando inoculou *T. asperellum* e *T. harzianum* comparado com a testemunha (sem inoculação), aos 10 dias após a emergência para massa seca da raiz, porém, os referidos autores encontraram valores diferentes ao avaliar a cultura do milho em idade mais avançada, aos 25 dias após o semeio, quando os fungos biológicos foram superiores à testemunha, com destaque para *T. asperellum*, que obteve os maiores valores para a variável massa seca da raiz, com 3,74 g.

A massa seca total seguiu o padrão do que ocorreu com as massas secas da parte aérea e raiz, nas quais também não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos aplicados nas sementes de gravioleira (Tabela 1.2), significando que a variável foi estatisticamente igual para os tipos de *Trichoderma* e a testemunha. Tavares (2009), avaliando a ação antagônica de *T. harzianum* e *T. virens* contra *Phytophthora palmivora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro, obteve bons resultados no tocante ao controle da *Phytophthora palmivora*, cujos tratamentos contendo *T. harzianum* e *T. virens* não diferiram estatisticamente do tratamento com fungicida padrão (Mancozeb + Metalaxyl). Já para a massa seca total, os fungos biológicos incrementaram em 73% e 50%, respectivamente, para *T. harzianum* e *T. virens* em relação à testemunha.

A última variável calculada foi o índice de qualidade de Dickson, obtido através da fórmula balanceada que leva em consideração as variáveis: massa seca total, altura de planta, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Essas variáveis, utilizadas para o cálculo do índice, não apresentaram diferenças significativas, isso foi algo que se repetiu para o índice de qualidade de Dickson, cujos tratamentos apresentaram-se estatisticamente iguais (Tabela 1.2). Azevedo et al. (2017), avaliando o efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*, alcançaram incrementos de 24,2 a 70,4% para o índice de qualidade de Dickson em relação à testemunha, sem *Trichoderma*.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido e com o substrato utilizado para emergência, as espécies de *Trichoderma* spp. inoculadas nas sementes de gravioleira não afetaram a promoção de crescimento de plântulas de gravioleira.

A não influência detectada no trabalho talvez possa ser explicada pela falta de interação da cultura da gravioleira com os isolados de *Trichoderma* utilizados e/ou a idade das plântulas, pois, até então, não há trabalhos relacionando a cultura da gravioleira com estes tipos de fungo biológicos, e a ação do microrganismo varia conforme a espécie vegetal e a idade destas. Outro ponto que talvez ajuda a explicar a pouca ação dos tratamentos contendo *Trichoderma*, pode ter sido em decorrência da utilização da areia autoclavada como substrato para as sementes emergirem; como a ação do fungo é influenciada por microrganismos presentes no substrato, bem como o teor de matéria orgânica, acredita-se que esses fatores podem ter influenciado a não ação dos microrganismos biológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, G.B.; NOVAES, Q.S.; AZEVEDO, G.T.O.S.; SILVA, H.F.S.; SOBRINHO, G.G.R. NOVAES, A.B.N. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 45, n. 114, p. 343-352, 2017.
- BAPTESTINI, F.M.; CORRÊA, P.C.; JUNQUEIRA, M.S.; RAMOS, A.M.; VANEGAS, J.D.B.; COSTA, C.F. Modelagem matemática da secagem de espuma de graviola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.12, p.1203–1208, 2015.
- CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M.M.; LOBO JÚNIOR, M.; GERALDINE, A.M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.822-828, 2011.
- CHAGAS, L.F.B.; CHAGAS JUNIOR, A.F.; SOARES, L.P.; FIDELIS, R.R. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p; 46-56, 2004.
- JUNGES, E.; MUNIZ, M.F.; MEZZOMO, R., BASTOS, B., MACHADO, R.T. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.2, p. 237-244, 2016.
- MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n.1, p. 274-288, 2012.
- MASTOURI, F.; BJÖRKMAN, T., HARMAN, G.E. Seed Treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. **Phytopathology**, Vol. 100, n. 11, p. 1213-1221, 2010.
- PAREEK, S.; YAHIA, E.M.; PAREEK, O.P.; KAUSHIK, R.A. Postharvest physiology and technology of annona fruits. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1741–1751, 2011.
- PEDRO, E.A.S.; HAKAKAVA, R.; LUCON, C.M.M.; GUZZO, S.D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1589-1595, 2012.

PEREIRA, G.V.N. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** 2012. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Vitória da Conquista, BA, 2012.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M.M.; FREITAS, A.L.G.E.F.; RIBEIRO, D.P.; PEREZ, L.A.A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. e1., p. 86-93, 2014.

SILVA, J.G.; OLIVEIRA, O.H.; NOBRE, R.G. Produção de mudas de gravioleira sob métodos de superação de dormência de sementes e doses de esterco. **Revista Verde**, Pombal, v. 12, n.2, p.187-191, 2017.

TAVARES, G.M. **Podridão do pé do mamoeiro**: Infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos. 2009. 113p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

WATANABE, H.S.; OLIVEIRA, S.L.; CAMARA, F.M.; ALMEIDA, G.V.B.; ALVES, A.A. Perfil de comercialização das anonáceas nas CEASAS brasileiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36 n. e1, p. 65-70, 2014.

CAPITULO 2

INFLUÊNCIA DE AMBIENTES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA

RESUMO

A gravioleira é uma frutífera de grande importância para região Nordeste brasileira. Atualmente a cultura encontra-se em expansão, tendo a necessidade de estudos que visem aumentar a disponibilidade da planta para formação de novos pomares. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência de ambientes, bem como composições de substratos visando à obtenção de mudas de qualidade. O experimento foi conduzido nas instalações da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), *campus* Pombal-PB. As sementes utilizadas foram da cultivar Morada, sendo semeadas nos substratos constituídos pelas diferentes combinações de esterco bovino, esterco caprino, fibra de coco e basaplant, que variaram de 25 a 50%, combinadas com solo nas proporções de 25, 50 e 100%, de acordo com seus respectivos tratamentos. O experimento foi conduzido em dois ambientes: A₁- Viveiro coberto com malha sombrite® 50% e A₂ - A céu aberto. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, disposto num arranjo fatorial 13 x 2 (treze substratos e dois ambientes), sendo 5 repetições e 5 mudas por repetição. As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência, taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água, e eficiência instantânea da carboxilação, aos 60 dias após o semeio. Ao longo do desenvolvimento, 60, 80, 100 e 120 dias após o semeio, foram realizadas avaliações para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas. Aos 120 dias de avaliação, foi realizado o comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. Com base nos resultados obtidos, o ambiente viveiro com sombrite® 50% é o melhor ambiente para a formação das mudas e os tratamentos contendo esterco bovino são mais propícios para a formação das mudas de gravioleira, com destaque para os tratamentos T2 e T5, por apresentarem em suas composições 50% de solo, proporcionando diminuição das concentrações de basaplant ou fibra de coco, que foram 25% em ambos, que são materiais mais caros, sem prejuízos na qualidade de mudas.

Palavras-chave: *Annona muricata* L, propagação sexual, matéria orgânica.

ABSTRACT

The soursop is a fruit of great importance for the Brazilian Northeastern region. Currently, the crop is expanding, and studies are needed to increase plant availability for new orchards. In this way, the present work had as objective to study the influence of environments, as well as compositions of substrates aiming at obtaining quality seedlings. The experiment was conducted at the Federal University of Campina Grande (FUCG), at the the Center for Agro-Food Science and Technology (CAST), Pombal-PB campus. The seeds used were of the Morada variety, being sown on the substrates consisting of the different combinations of cattle manure, goat manure, coconut fiber and basaplant, which varied from 25 to 50%, combined with soil in the proportions of 25, 50 and 100% according to their respective treatments. The experiment was conducted in two environments: A₁- Covered vivarium with 50% sombrite® mesh and A₂ - The open sky. A randomized block design was used, arranged in a factorial arrangement 13 x 2 (thirteen substrates and two environments), being 5 replicates and 5 seedlings per repetition. The variables analyzed were: emergency speed index, emergency percentage, CO₂ assimilation rate, transpiration, stomatal conductance, CO₂ internal concentration, water use efficiency, and instantaneous carboxylation efficiency at 60 days after sowing. Throughout the development, 60, 80, 100 and 120 days after sowing, evaluations were performed for plant height, stem diameter and leaf number. At 120 days of evaluation, root length, dry shoot and root mass, total dry mass and Dickson quality index were determined. Based on the results obtained, the vivarium environment with sombrite® 50% is the best environment for the formation of seedlings and the treatments containing bovine manure are more suitable for the formation of soursop seedlings, with emphasis on T2 and T5, because they presented in their compositions 50% of soil, providing a decrease in the concentrations of basaplant or coconut fiber, which were 25% in both, which are more expensive materials, without loss in quality of seedlings.

Key-words: *Annona muricata* L, sexual propagation, organic matter.

1 INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma cultura que vem ganhando destaque no cenário da fruticultura. É cultivada no Brasil, principalmente na região Nordeste. Igualmente a outras frutíferas tropicais, a gravioleira, pelo seu valor nutricional, pode ser considerada uma planta multiuso como produto alimentar (SÃO JOSÉ et al., 2014a).

Segundo Lemos (2014), a relevância da cultura vem subindo de patamar, pois ela se inseriu no mercado de frutas processadas, que exige espécies com maior teor de acidez e tem na graviola seu principal representante no grupo das anonas. A graviola na agroindústria é utilizada na fabricação de sucos, sorvetes, compotas e doces cristalizados (FIGUEIRÊDO et al., 2013). Além disso, estudos recentes demonstram a capacidade de seus componentes bioativos, extraídos de diferentes partes da planta, em agir contra as células do câncer de pâncreas (Torres et al., 2012) e de mama (DAI et al., 2011).

Portanto, é notória a crescente demanda por seus frutos, para consumo *in natura* e, principalmente, para a agroindústria. Como consequência dos fatores citados, Costa et al. (2005) relatam que isso tem impulsionado a expansão da área cultivada de gravioleira, colocando a cultura como uma das principais alternativas de investimento do setor frutícola nordestino.

Segundo Andrade et al. (2014), tradicionalmente a principal forma de propagação da cultura da gravioleira no Brasil é por meio de sementes. Os produtores têm preferido a propagação seminal da gravioleira, devido à dificuldade de sua propagação por enxertia e também porque a gravioleira de origem seminal frutifica antes de dois anos de plantio, embora a propagação assexuada apresente a vantagem de manter a mesma constituição genética da planta mãe e redução do período juvenil (FIGUEIREDO et al., 2013)

A fase de formação de mudas se reveste de grande importância, pois o emprego de mudas de alta qualidade na implantação do pomar é uma das maneiras de aumentar a produtividade média dos pomares brasileiros, bem como a precocidade da primeira produção (Freitas et al., 2013), resultando na possibilidade de obtenção de plantas vigorosas que suportem as condições adversas do campo (CAMPOS et al., 2008). Para obtenção de uma muda de qualidade, são levados em consideração vários fatores, dentre os quais, destacam-se o substrato, os recipientes, o ambiente de produção, entre outros.

De acordo com Costa et al. (2012), a ambiência vegetal é o conjunto de elementos que compõem as condições climáticas da área de produção, visando identificar as melhores

condições microclimáticas para o desenvolvimento das plantas e para obter melhores rendimentos e produtividade. Os autores ainda relatam que a utilização de ambientes protegidos pode promover maior uniformização das mudas formadas e obtenção de pomares homogêneos, sendo fundamental durante o processo de produção.

De acordo com Cunha et al. (2006), o substrato para a produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo, e baixo custo, bem como reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta. Assim, a escolha dos elementos que compõem os substratos é um fator crucial para a formação de mudas de gravioleira (COSTA et al., 2016a).

Portanto, é de extrema importância estudos que busquem tecnologias para a produção de mudas da cultura da gravioleira, considerando a escassez de trabalhos que abordem essa temática. O desenvolvimento de mudas de qualidade não é uma garantia, mas é uma grande probabilidade de dispor uma planta adulta de qualidade, podendo, a médio prazo, aumentar a oferta de fruto no mercado.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou estudar a influência de ambientes, bem como composições de substratos, visando a obtenção de mudas de qualidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O presente trabalho foi conduzido nas instalações da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), *campus* Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas são 6° 46' 13'' de latitude S e 37° 48' 06'' de longitude a W de Greenwich e altitude de 144 m, no período de 10 de fevereiro a 10 de junho de 2017.

As sementes de graviola cultivar Morada foram provenientes de frutos do pomar comercial localizado na fazenda Santa Matilde, município da cidade de Gandú - BA, (13°45'27" Latitude S, 39°30'09" Longitude O e 155 m de Altitude). Foi realizada a despolpa dos frutos e separadas as sementes, que foram lavadas em água corrente e secadas à sombra por três dias.

2.3 Preparo dos tratamentos

Os saquinhos foram preenchidos com os respectivos tratamentos (tipos de substratos) (Figuras 2.1 e 2.2), com as combinações de solo (S), esterco bovino (EB), esterco caprino (EC), e os substratos comerciais fibra de coco (FC) e basaplant (BP), apresentados na Tabela 2.1. As análises químicas e físicas dos diferentes substratos foram realizadas no Laboratório de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal Rural do Semiárido, localizado no município de Mossoró-RN, apresentadas na Tabela 2.2. As mudas foram conduzidas em dois ambientes: A₁- Viveiro coberto com malha Sombrite® com 50% de sombreamento; e A₂ - A céu aberto.

Tabela 2.1 Substratos oriundos de mistura das proporções de solo (S), esterco bovino (EB), esterco caprino (EC), basaplant (BP) e fibra de coco (FC). Pombal - PB, 2017.

(S) + (EB) + (BP)		(S) + (EB) + (FC)	
T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP		T4 = 25% S + 25% EB + 50% FC	
T2 = 50% S + 25% EB + 25% BP		T5 = 50% S + 25% EB + 25% FC	
T3 = 25% S + 50% EB + 25% BP		T6 = 25% S + 50% EB + 25% FC	
(S) + (EC) + (BP)		(S) + (EC) + (FC)	
T7 = 25% S + 50% EC + 25% BP		T10 = 25% S + 25% EC + 50% FC	
T8 = 50% S + 25% EC + 25% BP		T11 = 50% S + 25% EC + 25% FC	
T9 = 25% S + 25% EC + 50% BP		T12 = 25% S + 50% EC + 25% FC	
		T13 = 100% S	

Tabela 2.2 Análises físico-químicas das composições de substratos empregados no experimento com gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Análises	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
pH	6,15	6,73	6,93	6,6	6,95	7,15	6,78	6,65	6,08	6,53	6,88	7,0	7,10
CE (ds.m ⁻¹)	1,53	1,34	2,36	1,31	1,22	2,25	2,56	1,43	1,63	1,41	1,32	2,45	0,11
N (g.kg ⁻¹)	5,15	4,63	8,46	4,87	4,49	8,32	6,52	3,66	4,18	3,90	3,52	6,38	0,29
P (mg.dm ⁻³)	185,18	166,65	241,38	127,78	137,95	212,68	213,28	152,6	171,13	113,73	123,9	184,58	73,4
K (mg.dm ⁻³)	1744,85	1755,23	2987,13	2003,95	1884,78	3116,68	1621,78	1072,55	1062,18	1321,28	1202,1	1751,33	533,7
Na (mg.dm ⁻³)	384,65	371,95	674,6	388,8	374,03	676,68	357,8	213,55	226,25	230,4	215,63	359,88	56,6
Ca (cmolc.dm ⁻³)	6,93	5,08	5,7	2,73	2,98	3,6	8,85	6,65	8,5	4,3	4,55	6,75	2,60
Mg (cmolc.dm ⁻³)	4,23	3,18	4,3	2,38	2,25	3,38	4,9	3,48	4,53	2,68	2,55	3,98	1,00
Al (cmolc.dm ⁻³)	0,05	0,03	0,03	0,1	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,1	0,05	0,05	0,00
Cu (mg.dm ⁻³)	0,17	0,135	0,10	0,04	0,07	0,04	0,10	0,13	0,17	0,04	0,07	0,04	0,13
Fe (mg.dm ⁻³)	14,13	11,73	9,29	14,14	11,48	9,04	9,29	11,73	14,13	13,64	11,48	9,04	11,77
Mn (mg.dm ⁻³)	22,18	22,45	32,86	30,78	20,00	30,42	32,86	22,45	22,18	17,29	20,00	30,42	12,3
Zn (mg.dm ⁻³)	9,67	6,40	7,04	4,38	3,12	3,76	7,04	6,40	9,67	3,12	3,12	3,76	2,48
H+Al (cmolc.dm ⁻³)	4,79	2,39	2,39	1,49	0,74	0,74	2,39	2,39	4,79	1,49	0,74	0,74	0,00
SB (cmolc.dm ⁻³)	17,29	14,36	20,58	11,92	11,67	17,89	19,46	13,80	16,73	11,36	11,11	16,77	5,21
T (cmolc.dm ⁻³)	17,34	14,38	20,6	12,02	11,72	17,94	19,48	13,82	16,78	11,46	11,16	16,82	5,21
CTC (cmolc.dm ⁻³)	22,07	16,75	22,97	13,40	12,42	18,63	21,85	16,19	21,51	12,84	11,86	17,51	5,21
V (%)	82	91	91	84	92	92	91	91	82	84	92	92	100
m (%)	0,5	0,25	0,25	1,5	0,75	0,75	0,25	0,25	0,5	1,5	0,75	0,75	0
PST (%)	6,75	7,5	10,75	8,25	8,25	11,5	6,75	5,5	4,75	6,25	6,25	7,5	5
Areia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79
Silte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14
Argila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07

pH em água é determinado na relação solo:água 1:2,5. CE= condutividade elétrica do extrato solo:água, na relação 1:2,5. Os elementos P, Na⁺ e K⁺ são extraídos com o extrator Mehlich-1 na relação solo:extrator 1:10. O elementos Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ são extraídos com KCl 1mol.L⁻¹ na relação solo:extrator de 1:10 (H+A) = acidez potencial extratida com acetato de cálcio 0,5 mol.L⁻¹ na relação solo:extrator de 1:15. SB= Soma de bases. t=CTC efetiva. CTC= CTC do solo ou CTC a pH 7,0. V= Saturação por base. m = Saturação por alumínio. PST = Percentagem de sódio trocável.

T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP; T2 = 50% S + 25% EB + 25% BP; T3 = 25% S + 50% EB + 25% BP; T4 = 25% S + 25% EB + 50% FC; T5 = 50% S + 25% EB + 25% FC; T6 = 25% S + 50% EB + 25% FC; T7 = 25% S + 50% EC + 25% BP; T8 = 50% S + 25% EC + 25% BP; T9 = 25% S + 25% EC + 50% BP; T10 = 25% S + 25% EC + 50% FC; T11 = 50% S + 25% EC + 25% FC; T12 = 25% S + 50% EC + 25% FC; T13= 100% S.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.1 Mistura dos constituintes dos tratamentos.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.2 Preenchimento de saquinhos com os respectivos tratamentos.

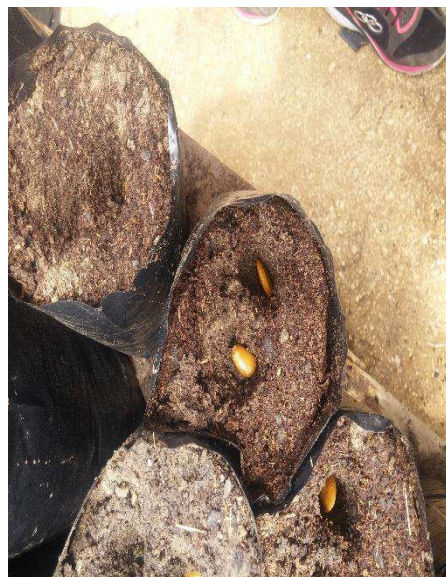
2.2 Práticas culturais

Inicialmente, as sementes de graviola foram embebidas em vinagre por 15 minutos para quebra de dormência (Samarão et al. 2011) e, em seguida, lavadas em água corrente. O semeio foi realizado em sacolas de polietileno (16 x 22 cm), com capacidade de 1,6 litros, colocando-se duas sementes por recipiente, na profundidade de 3 cm (Figuras 2.3 e 2.4). As regas foram realizadas e repetidas diariamente, deixando o substrato em condições adequadas de umidade (capacidade de campo), com auxílio de um Becker de 250 ml.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.3 Semeio da graviola nos respectivos tratamentos.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.4 Tratamentos contendo duas sementes por saquinho.

Ao longo do experimento, foram realizadas as leituras de temperatura com auxílio de um termômetro digital, em dois horários, às 9:00 e 15:00 horas (Figura 2.5). Os valores estão apresentados na Tabela 2.3. Aos 60 dias após o semeio, foi realizado o desbaste das plantas, deixando uma muda (a mais vigorosa) por saquinho (Figura 2.6).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.5 Leituras de temperatura em termômetro digital ao longo do experimento.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.6 Desbaste das mudas de gravioleira aos 60 dias.

Cada ambiente de cultivo foi considerado um experimento, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, disposto num arranjo fatorial 13 x 2 (treze substratos e dois ambientes), sendo 5 repetições e 5 mudas por repetição.

Tabela 2.3 Temperatura média (°C) às 9:00 e 15:00 h em cada ambiente de cultivo, durante 120 dias de avaliação. Pombal – PB, 2017.

Ambientes	Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	09:00h	15:00h	09:00h	15:00h	09:00h	15:00h	09:00h	15:00h	09:00h	15:00h
Viveiro	31,88	32,83	31,46	33,20	33,05	32,77	32,01	32,78	32,37	32,15
Pleno sol	36,5	36,78	33,40	34,29	32,72	32,61	32,32	33,69	32,55	32,4

2.4 Características avaliadas

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado pelo somatório do número de plântulas normais emergidas no dia (Figura 2.7), dividido pelo número de dias decorrido entre a semeadura e a emergência daquelas plântulas. As contagens se estenderam até os 60 dias após o semeio (DAS), momento no qual a emergência das sementes de gravioleira se estabilizou. O cálculo foi baseado na fórmula abaixo (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = N_1 / D_1 + N_2 / D_2 + N_3 / D_3 + \dots + N_n / D_n$$

Em que: **IVE** = índice de velocidade de emergência; **N_{1:n}** = número de plântulas emergidas 1, 2, 3,n; e **D_{1:n}** = dias para as plântulas emergirem 1,2,3...n.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.7 Plântula de graviola totalmente emergida.

A porcentagem de emergência (PE) foi determinada concomitante ao IVE, considerando o período do 1º ao 60º dia, avaliando as plântulas normais, ou seja, aquelas cujo epicótilo se encontrava acima da superfície do substrato (BRASIL, 2009). O cálculo da porcentagem de emergência seguiu o modelo proposto por Laboriau e Valadares (1976).

$$\mathbf{PE\ (\%)\ =\ N/A\ * 100}$$

Em que: **PE** = Porcentagem de emergência (%); **N** = Número de sementes emergidas; **A** = número de sementes semeadas.

Também, aos 60 dias após a semeadura, foram determinadas: taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol.m⁻².s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻².s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻².s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol.m⁻².s⁻¹) na segunda folha, contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EiUA) (A/E) [(μmol.m⁻².s⁻¹) (mol H₂O m⁻².s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A_i/C_i) (Brito et al., 2012), usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda (Figura 2.8).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.8 Análise fisiológicas em mudas de gravioleira.

O número de folhas (NF) foi avaliado conforme o desenvolvimento das mudas em quatro períodos de avaliação, aos 60, 80, 100 e 120 (DAS). Consideraram-se as folhas que apresentaram tamanho superior a três cm, portanto, foi contabilizado o número de folhas verdadeiras em cada muda, expressando-se os resultados em número médio de folhas por planta.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.9 Avaliação de altura de planta em mudas de gravioleira.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.10 Mensuração de diâmetro de caule em mudas de gravioleira..

Para a altura de planta (AP), também foram tomadas, ao longo do desenvolvimento da cultura, aos 60, 80, 100 e 120 (DAS), medida do colo da planta até a região de inserção das

folhas mais jovens, com auxílio de uma régua graduada (Figura 2.9), com valores expressos em centímetros (cm).

O diâmetro do caule foi mensurado aos 60, 80, 100 e 120 (DAS), utilizando-se paquímetro digital com valores expressos em milímetros (mm) (Figura 2.10).

O comprimento de raiz (CR) foi realizado aos 120 dias (DAS). Inicialmente, as mudas de gravioleira foram retiradas dos sacos de polietileno e, posteriormente, o substrato aderido nas raízes foi retirado em água corrente (Figura 2.11). Esse procedimento foi realizado com bastante cuidado, evitando, assim, danos e, conseqüentemente, perda das raízes. Após a retirada de todo o substrato aderido nas raízes, foi realizada a medida do CR com régua métrica (Figura 2.12), tomando como base o colo da planta até o ápice da maior raiz, com resultados expressos em (cm).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.11 Retirada de substrato das raízes das mudas de gravioleira em água corrente.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.12 Avaliação do comprimento de raiz em mudas de gravioleira.

Com auxílio de uma tesoura, as mudas de gravioleira foram seccionadas em parte aérea e raiz (Figura 2.13). As respectivas partes foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft* e colocados em estufa com circulação de ar forçada em uma temperatura constante de 65 °C e mantidos por 72 horas, momento no qual a massa seca atingiu valores constantes. As variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) foram determinadas em balança analítica (precisão 0,0001 g) (Figura 2.14) e os resultados expressos em gramas (g). Já a massa seca total (MST) foi obtida pela soma das massas secas da parte

aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), respectivamente, com valores expressos em (g).



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.13 Seccionamento das partes aérea e raiz em mudas de gravioleira.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.14 Obtenção da massa da matéria seca em mudas de gravioleira.

Em posse dos dados das variáveis analisadas, foi realizado o cálculo do índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD foi calculado de forma balanceada, no qual se incluem as relações dos parâmetros morfológicos, como MST, MSPA MSR, ALT e DC, desenvolvidos em trabalho realizado com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola* (DICKSON et al., 1960). Apresentando a seguinte fórmula:

$$\text{IQD} = (\text{MST} / [(\text{ALT}/\text{DC}) + (\text{MSPA}/\text{MSR})])$$

Em que: **IQD** = Índice de Qualidade de Dickson; **MST** = Massa seca total (g); **ALT** = Altura de planta (cm); **DC** = diâmetro de caule (mm); **MSPA** = Massa seca da parte aérea (g); **MSR** = Massa seca radicular (g).

2.5 Análises estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variância. Uma vez atendidas às pressuposições estatísticas, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o teste F, e as diferenças entre médias de tratamentos

com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram feitas pelo programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR, versão 5.3, Builds 77 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interações significativas entre os fatores Tratamentos (T) x (A) Ambientes ao nível de significância de 1% de probabilidade, para as variáveis: índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de plantas (AP) e número de folhas (NF). Já para a variável diâmetro do caule (DC), a interação foi significativa ao nível de significância de 5% de probabilidade (Tabela 2.4). De acordo com Banzatto e Kronka (1992), a interação significativa indica que os efeitos dos tratamentos são diferentes de um local para outro.

Tabela 2.4 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para o índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de plantas aos 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 60 dias (DC60), número de folhas aos 60 dias (NF60) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

FV	GL	IVE	PE	AP60	DC60	NF60
Tratamentos (T)	12	0,0284**	2474,5192**	23,6993**	0,0705 ^{ns}	8,9678**
Ambientes (A)	1	0,2399**	12850,4327**	504,0049**	5,1402**	65,7320**
(T) x (A)	12	0,0043**	508,5577**	5,2123**	0,1113*	1,5703**
Blocos	4	0,0029*	187,1875 ^{ns}	1,3341 ^{ns}	0,0362 ^{ns}	0,4503 ^{ns}
Resíduo	100	0,0012	149,0625	1,0609	0,0482	0,2710
CV (%)		14,69	16,32	7,96	7,93	11,48

^{ns}, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE), os tratamentos T1, T3, T4, T6 e T10 apresentaram os maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si no ambiente viveiro com sombrite® 50% (Tabela 2.5). Já no ambiente a céu aberto, o tratamento T10 apresentou o maior valor de IVE. Considerando o ambiente dentro dos tratamentos, com exceção dos tratamentos T9, T10 e T11, que foram estaticamente semelhantes, os tratamentos conduzidos em viveiro com sombrite® 50% foram superiores ao ambiente a céu aberto. Observa-se que os menores valores para IVE foram encontrados nos tratamentos cuja porcentagem de solo foi igual ou superior a 50%, talvez pelo fato do uso do solo em maiores concentrações ou o isolado apresentar aumento na densidade do tratamento, se comparado, quando em sua constituição encontrar-se matéria orgânica, retardando, assim, a emergência. Dalmago et al. (2009) relatam que maiores teores de matéria orgânica contribuem diretamente para aumento da porosidade total.

Segundo Santana e Ramal (2004), é interessante, ao se comparar os tratamentos para a variável IVE, levar em consideração o número de plântulas emergidas (PE) no ensaio, haja vista esta variável ter grande influência no IVE. Portanto, seriam adequadas as comparações

entre tratamentos que apresentaram o mesmo número de sementes emergidas, porém, isso não foi possível, mas, mesmo assim, optou-se por apresentar os valores.

Oliveira et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo, ao avaliarem substratos contendo solo na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, nos quais os autores relatam que a emergência das plântulas de maracujazeiro amarelo foram reduzidas nos tratamentos contendo apenas solo como substrato, necessitando de um maior número de dias para emergir em relação aos demais substratos com matéria orgânica. Os autores atribuem esse fato, possivelmente, a não adição de matéria orgânica, já que esta favorece a aeração e a retenção de água no solo. Já Oliveira et al. (2009), estudando o efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e formação inicial de plântulas de graviola, obtiveram valores entre 0,400 a 0,590 germinações.dia⁻¹, superiores aos encontrados ao do presente trabalho, com substratos compostos por húmus de minhoca, pó de casca de coco seco, pó de casca de coco verde, utilizados isolados e em mistura. Tal fato talvez possa ser explicado em decorrência da utilização exclusiva de substratos contendo materiais orgânicos, sem a utilização de solo, e do período menor de avaliação que foi estabelecido pelos autores (30 dias).

Comparando diferentes níveis de sombreamento para a espécie *Calophyllum brasiliensis*, Morandi et al. (2009) concluíram que a velocidade de germinação ao nível de 50% a 70% de sombreamento foi superior, quando comparada a pleno sol.

Para a porcentagem de emergência (PE) (Tabela 2.5), no ambiente viveiro com sombrite® 50%, os tratamentos T3 e T10 apresentaram os maiores valores, com 98%, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T1, T4, T5 e T6. A céu aberto, os tratamentos T1, T5, T6 e T10 apresentaram os maiores valores não diferindo entre si, com destaque para o tratamento T10, que apresentou 94% de emergência. As mudas do ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram os maiores valores de (PE), se comparado com as mudas do ambiente a céu aberto, embora não haver diferenças estatísticas entre os tratamentos T1, T5, T6, T7, T9, T10, T11 e T12. O menor valor para a (PE) foi observado no tratamento T13, constituídos de 100% solo. Talvez a resposta encontrada para explicar esse menor valor seja a mesma da variável anterior, pois o tratamento constituído com 100% solo apresenta maiores barreiras que dificultam a germinação e emergência de plântulas de graviola, como maior densidade, menor número de macroporos, facilidade de compactação, difícil infiltração de água, dentre outros.

Tabela 2.5 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Tratamentos	Variáveis									
	IVE Emer.dia ⁻¹		PE (%)		AP60 (cm)		DC60 (mm) mm		NF60 Unid.	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	0,312 aA	0,221 cB	96,00 aA	85,00 aA	15,78 aA	12,38 aB	3,10 aA	2,58 aB	5,62 bA	4,45 aB
T2	0,255 cA	0,172 dB	77,50 bA	37,50 cB	15,33 aA	12,74 aB	3,13 aA	2,74 aB	5,32 bA	4,50 aB
T3	0,333 aA	0,212 cB	98,00 aA	70,00 bB	16,51 aA	11,14 bB	3,10 aA	2,51 aB	5,59 bA	4,22 aB
T4	0,339 aA	0,166 dB	95,00 aA	57,50 bB	16,78 aA	11,84 aB	3,04 aA	2,35 aB	6,50 aA	4,25 aB
T5	0,297 bA	0,180 dB	92,50 aA	77,50 aA	16,17 aA	10,95 bB	3,13 aA	2,49 aB	5,69 bA	3,96 bB
T6	0,343 aA	0,244 bB	97,50 aA	82,50 aA	17,14 aA	11,52 bB	3,12 aA	2,58 aB	6,42 aA	4,38 aB
T7	0,243 cA	0,204 cA	67,50 cA	70,00 bA	13,47 bA	12,14 aB	2,95 bA	2,66 aB	5,45 bA	4,45 aB
T8	0,230 cA	0,145 dB	75,00 bA	32,50 cB	13,35 bA	11,13 bB	2,69 bA	2,62 aA	4,57 cA	4,01 bA
T9	0,279 bA	0,202 cB	85,00 aA	72,50 bA	13,76 bA	10,65 bB	2,88 bA	2,58 aB	4,71 cA	3,80 bB
T10	0,335 aA	0,303 aA	98,00 aA	94,00 aA	15,93 aA	11,90 aB	2,83 bA	2,59 aB	5,52 bA	4,32 aB
T11	0,226 cA	0,213 cA	77,50 bA	67,00 bA	13,86 bA	11,05 bB	2,90 bA	2,57 aB	4,36 cA	3,76 bA
T12	0,283 bA	0,188 dB	85,00 aA	70,00 bA	14,28 bA	8,78 bB	2,91 bA	2,37 aB	5,00 cA	3,59 bB
T13	0,148 dA	0,055 eB	57,50 cA	27,50 cB	11,37 cA	6,33 cB	2,78 bA	2,76 aA	3,43 dA	0,00 cB

Dados com letras iguais minúsculas nas colunas para comparação de tratamentos e letras maiúsculas nas linhas para comparação de ambientes de cultivo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. **T1** = 25% S + 25% EB + 50% BP; **T2** = 50% S + 25% EB + 25% BP; **T3** = 25% S + 50% EB + 25% BP; **T4** = 25% S + 25% EB + 50% FC; **T5** = 50% S + 25% EB + 25% FC; **T6** = 25% S + 50% EB + 25% FC; **T7** = 25% S + 50% EC + 25% BP; **T8** = 50% S + 25% EC + 25% BP; **T9** = 25% S + 25% EC + 50% BP; **T10** = 25% S + 25% EC + 50% FC; **T11** = 50% S + 25% EC + 25% FC; **T12** = 25% S + 50% EC + 25% FC; **T13** = 100% S.

Campos et al. (2008), avaliando crescimento de porta-enxerto de gravioleira em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim, obtiveram resultados variando de 87,50 a 95,83%. Já Silva et al. (2017), avaliando produção de mudas de gravioleira sob métodos de superação de dormência de sementes e doses de esterco, encontraram valores acima de 87,5% para emergência.

Para altura de planta aos 60 dias (ALT60), considerando os tratamentos dentro de cada ambiente, observou-se que os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T10 do ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram os melhores valores, sendo superiores aos demais e não diferindo estatisticamente entre si. Já para os tratamentos conduzidos em ambiente a céu aberto, as observações foram estatisticamente semelhantes para os tratamentos T1, T2, T4, T7 e T10 (Tabela 2.5). Entre os ambientes, em todos os tratamentos analisados, aqueles conduzidos em viveiro com sombrite® 50% apresentaram altura de plantas superiores, quando comparados aos tratamentos conduzidos a céu aberto, mostrando, assim, que o ambiente viveiro coberto com malha sombrite® com 50% de sombreamento mostrou-se mais vantajoso para a variável analisada.

Costa et al. (2016a), avaliando a emergência e formação de mudas de gravioleira sob diferentes ambientes de cultivo e substratos, obtiveram valores semelhantes para altura de planta, com média variando de 13,63 a 17,12 cm aos 70 dias de idade, em viveiro coberto com tela de monofilamento (Sombrite®) e malha com 50% de sombreamento. Já Ferreira et al. (2010), avaliando o crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) em substratos constituídos por areia lavada, vermiculita, bioplant® e plantmax®, isolados e em mistura, obtiveram valores menores, variando de 3,70 a 4,80 cm.

Para o diâmetro do caule aos 60 dias (DC60), os tratamentos conduzidos em ambiente viveiro com sombrite® 50% foram os que apresentaram os maiores valores de diâmetro do caule, quais sejam: T1, T2, T3, T4, T5 e T6, que não diferiram estatisticamente entre si, com valores de 3,04 a 3,13 mm, seguidos dos tratamentos T7, T8, T9, T10, T11, T12 e T13, os quais foram inferiores, apresentando diâmetro de 2,69 a 2,95 mm (Tabela 2.5). Com base nos resultados, pode-se observar que, no ambiente viveiro com sombrite® 50%, os tratamentos superiores foram aqueles que continham o esterco bovino em sua constituição (EB), independente da concentração, que variou de 25 a 50% de EB, e do constituinte, que do T1 ao T3 continham solo (S), basaplant (PB) e esterco bovino (EB); e do T4 ao T6 continham solo (S), fibra de coco (FB) e o esterco bovino (EB), variando a concentração de cada elemento, conforme tratamento (Tabela 2.1). Vale ressaltar que o esterco bovino influenciou positivamente na variável diâmetro do caule. Para o ambiente a céu aberto, pode-se verificar

que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Para o ambiente dentro dos tratamentos, as mudas produzidas em viveiro com sombrite® 50% apresentaram valores maiores do que as mudas produzidas no ambiente a céu aberto em todos os tratamentos, embora os tratamentos T8 e T13 apresentaram-se estatisticamente iguais.

Os resultados encontrados no presente estudo, para todos os tratamentos, foram superiores aos da pesquisa conduzida por Costa et al. (2005) que, ao avaliarem a influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira aos 60 dias, obtiveram valores de diâmetro de caule de 1,9 a 2,3 mm.

Para o número médio de folhas aos 60 dias, os tratamentos que se destacaram foram o T3 e T6, não diferindo estatisticamente entre si no ambiente viveiro com sombrite® 50% (Tabela 2.5). Ambos os tratamentos apresentam em sua constituição 50% de esterco bovino e os maiores teores de nitrogênio, conforme análise de substratos (Tabela 2.2). Segundo São José et al. (2014b), o N faz parte de diversas moléculas que induzem a produção de fitormônios, como as giberelinas, ácido indolacético, que estimulam o desenvolvimento vegetativo, além de fazer parte dos cloroplastos e outros componentes celulares. Portanto, os maiores números de folhas nos tratamentos T3 e T6 talvez sejam explicados pelo fato desses substratos apresentarem os maiores teores de N dentre os substratos avaliados. Considerando o ambiente a céu aberto, os maiores valores para número médio de folhas foram apresentados para as mudas dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T6 e T10, observando que apenas o T10 continha em sua constituição o esterco caprino (EC). Para o fator ambiente dentro dos tratamentos, observou-se que as mudas conduzidas em viveiro com sombrite® 50%, em sua maioria, superaram as mudas dos tratamentos conduzidos a céu aberto, com exceção dos tratamentos T8 e T9, que apesar de apresentarem valores maiores no ambiente viveiro com sombrite® 50%, foram estatisticamente iguais entre os ambientes. Assim, de forma geral, os tratamentos constituídos de esterco bovino nas proporções de 50%, aliado ao ambiente viveiro com sombrite® 50%, propiciaram mudas com maiores números médios de folhas.

Oliveira et al. (2009), avaliando efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e formação inicial de plântulas de gravioleira, com substratos compostos por húmus de minhoca, pó de casca de coco seco, pó de casca de coco verde, utilizados isolados e em mistura, obtiveram resultados inferiores para o número de folhas, avaliadas aos 60 dias, com valores médios variando de 1 a 3 unidades por planta.

Verificou-se que a interação tratamentos e ambientes (T x A) apresentou diferenças significativas ao nível de significância de 1% de probabilidade para as variáveis taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância

estomática (gs), eficiência no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para variáveis taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂, (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

FV	GL	A	Ci	E	Gs	EiUA	EiCi
Trat. (T)	12	4,3522**	1452,7666**	0,2972**	0,0009**	0,8274**	0,0001**
Amb. (A)	1	166,6304**	46214,1707**	1,8338**	0,0090**	41,9070**	0,0049**
(T) x (A)	12	3,8342**	885,5205**	0,2516**	0,0008**	0,9564**	0,0001**
Blocos	4	0,5361 ^{ns}	632,5217*	0,1777**	0,0001 ^{ns}	2,7456**	0,00001 ^{ns}
Resíduo	100	0,3637	184,5663	0,0482	0,0001	0,2854	0,00002
CV (%)		12,81	5,41	14,90	14,53	16,71	21,07

Trat. = Tratamentos; Amb. = Ambientes; CV= Coeficiente de variação.

^{ns}, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Para a taxa de assimilação de CO₂ (A) no ambiente viveiro com sombrite® 50%, os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9 e T13 apresentaram os maiores valores, com taxas variando de 5,81 a 6,71 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 2.7). No ambiente a céu aberto, apenas o tratamento T1 se destacou dos demais, apresentando o maior valor 6,08 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Comparando os ambientes, de forma geral, as mudas produzidas em viveiro com sombrite® 50% superaram as mudas conduzidas a céu aberto, apesar dos substratos T1 e T11 não se diferirem estatisticamente entre os ambientes.

Plantas frequentemente encontram níveis de luz que excedem sua capacidade fotossintética, especialmente quando sua capacidade para a fixação do CO₂ é reduzida por condições de estresse (ZHOU et al., 2007). O excesso de energia pode causar fotoinibição e danos severos ao aparato fotossintético (SANDA et al., 2011). Segundo Mantoan (2013), sob baixa intensidade luminosa (menor que 100 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), mais de 80% do quantum absorvido é usado na fotossíntese. Com base nessas informações, acredita-se que os maiores valores encontrados no estudo para o ambiente viveiro com sombrite® 50% possam ser explicados em decorrência das plantas apresentarem-se mais fotossinteticamente ativa, pois, no ambiente a pleno sol, a saturação luminosa pode ter ocorrido com maior intensidade, e com isso as plantas reduziram, assim, sua atividade fotossintética.

Mantoan (2013), avaliando a recuperação das trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em plantas de araticum-de-terra-fria (*Annona emarginata* S. H. Rainer), cultivadas em casa de vegetação com sombrite 50% com substrato composto por vermiculita expandida de textura média, alcançou um valor médio de assimilação de CO₂ igual a 6,51 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Tabela 2.7 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis taxa de assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência no uso da água (EiUA) e a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) em mudas de gravioleira. Pombal - PB.

Tratamentos	Variáveis					
	A		Ci		E	
	$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$		$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$		mmol de H ₂ O m ⁻² .s ⁻¹	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	6,14 aA	6,08 aA	245,50 aA	251,00 bA	1,74 aA	1,73 aA
T2	6,43 aA	2,75 cB	220,50 bB	250,25 bA	1,70 aA	0,86 bB
T3	6,42 aA	3,48 bB	210,00 bB	270,00 bA	1,69 aA	1,17 bB
T4	5,86 aA	3,94 bB	250,50 aA	301,67 aA	1,55 bA	1,56 aA
T5	6,71 aA	4,30 bB	227,50 bB	269,00 bA	1,56 bA	1,48 aA
T6	4,98 bA	2,72 cB	235,00 aB	263,25 bA	1,52 bA	0,98 bB
T7	6,30 aA	2,73 cB	226,25 bB	259,75 bA	1,63 aA	1,48 aA
T8	6,65 aA	3,64 bB	233,75 aB	267,00 bA	1,92 aA	1,47 aB
T9	6,30 aA	2,73 cB	226,25 bB	259,75 bA	1,63 aA	1,48 aA
T10	5,40 bA	3,71 bB	236,20 aB	258,75 bA	1,60 bA	1,46 aA
T11	4,96 bA	4,23 bA	250,50 aA	262,00 bA	1,56 bA	1,70 aA
T12	4,96 bA	3,23 cB	214,25 bB	277,00 bA	1,34 bA	1,31 aA
T13	5,81 aA	1,47 dB	243,00 aB	307,50 aA	1,49 bA	0,87 bB

Tratamentos	gs		EiUA		EiCi	
	mol H ₂ O m ⁻² .s ⁻¹		$(\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}).(\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$		--	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	0,088 aA	0,088 aA	3,55 bA	3,54 aA	0,026 aA	0,024 aA
T2	0,082 aA	0,038 dB	3,85 aA	3,17 aB	0,030 aA	0,012 cB
T3	0,086 aA	0,058 cB	3,94 aA	2,99 aB	0,030 aA	0,012 cB
T4	0,096 aA	0,070 bB	3,97 aA	2,56 bB	0,022 bA	0,010 cB
T5	0,082 aA	0,070 bA	4,38 aA	2,91 aB	0,030 aA	0,016 bB
T6	0,078 aA	0,040 dB	3,34 aA	2,79 bA	0,020 bA	0,010 cB
T7	0,078 aA	0,070 bA	3,95 aA	1,81 cB	0,030 aA	0,012 cB
T8	0,086 aA	0,062 cB	3,51 aA	2,47 bB	0,030 aA	0,012 cB
T9	0,068 bA	0,072 bA	4,05 aA	2,75 bB	0,026 aA	0,016 bB
T10	0,078 aA	0,072 bA	3,50 aA	2,56 bB	0,022 bA	0,014 cB
T11	0,072 bA	0,078 bA	3,22 bA	2,49 bB	0,018 bA	0,018 bA
T12	0,060 bA	0,060 cA	3,74 aA	2,48 bB	0,024 bA	0,010 cB
S13	0,078 aA	0,038 dB	3,96 aA	1,68 cB	0,022 bA	0,004 dB

Dados com letras iguais minúsculas nas colunas para comparação dos substratos e letras maiúsculas nas linhas para comparação dos ambientes de cultivo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP; **T2** = 50% S + 25% EB + 25% BP; **T3** = 25% S + 50% EB + 25% BP; **T4** = 25% S + 25% EB + 50% FC; **T5** = 50% S + 25% EB + 25% FC; **T6** = 25% S + 50% EB + 25% FC; **T7** = 25% S + 50% EC + 25% BP; **T8** = 50% S + 25% EC + 25% BP; **T9** = 25% S + 25% EC + 50% BP; **T10** = 25% S + 25% EC + 50% FC; **T11** = 50% S + 25% EC + 25% FC; **T12** = 25% S + 50% EC + 25% FC; **T13** = 100% S.

Para concentração interna de CO₂ no ambiente viveiro com sombrite® 50%, os maiores valores foram apresentados para as mudas dos tratamentos T1, T4, T6, T8, T10, T11 e T13; já para as mudas a céu aberto, destacaram-se os tratamentos T4 e T13 (Tabela 2.7). As mudas conduzidas em ambiente a céu aberto apresentaram médias de concentração interna de CO₂ maiores do que as mudas dos tratamentos conduzidos em viveiro com sombrite® 50%, embora os tratamentos T1, T4 e T11 não se diferiram estatisticamente entre os ambientes. As menores concentrações de carbono interno encontrados no ambiente viveiro com sombrite® 50% podem estar relacionadas com o aumento do consumo desse carbono, que foram maiores nesse ambiente, bem como pelo aumento da eficiência de carboxilação.

Parreiras (2017), avaliando trocas gasosas de plantas de atemoieira 'thompsom' pulverizadas com cloreto de cálcio, obteve valores entre 246,08 a 295,59 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para a testemunha (sem aplicação de cálcio) dos 60 aos 120 dias, após início das avaliações.

Para a variável transpiração (E), dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50% os tratamentos T1, T2, T3, T7, T8 e T9 apresentaram os maiores valores, sendo estatisticamente iguais. Já a céu aberto, os tratamentos T1, T4, T5, T7, T8, T9, T10, T11 e T12 superaram os demais para a variável analisada, não se diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2.7). Comparando os ambientes, para a maioria das variáveis, os tratamentos conduzidos em viveiro com sombrite® 50% apresentaram valores superiores, com exceção do T4, que apresentou valores estatisticamente iguais entre os ambientes estudados. Os menores valores apresentados no ambiente a céu aberto talvez sejam explicados pela incidência direta dos raios solares nas plantas e pelas temperaturas maiores no ambiente (Tabela 2.3), pois, como mecanismo de defesa, as plantas fecham os seus estômatos para evitar a perda de água, diminuindo, assim, os seus valores.

Nogueira e Silva Júnior (2001) obtiveram valores bem superiores para transpiração, avaliando resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira cultivar Morada, em duas épocas distintas, setembro e dezembro, com valores de 8,03 e 7,95 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Os autores supracitados salientam que o bloqueio do fluxo de vapor de água, retratado pela redução da abertura estomática da gravioleira, limita a assimilação de CO_2 , reduzindo, dessa forma, o crescimento da planta. Talvez os maiores valores encontrados em comparação com os deste trabalho sejam explicados pela idade da planta avaliada por Nogueira e Silva Junior (2001), com 3 anos de idade e em fase de frutificação.

Para condutância estomática (gs), os maiores valores dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50% compreenderam os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T10 e T13, com 0,078 a 0,096 $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, seguidos daqueles com os menores valores, que foram os tratamentos T9, T11 e T12. Já para as mudas conduzidas no ambiente a céu aberto, apenas o tratamento T1 apresentou o maior valor, com 0,088 $\text{H}_2\text{O m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 2.7). Para o ambiente dentro dos tratamentos, os maiores valores foram observados nas mudas dos tratamentos T1, T5, T7, T9, T10, T11 e T12, não sofrendo influência do fator ambiente, pois foram estatisticamente iguais. Campos (2014), avaliando Araticum-de-terra-fria, cultivada com variação de nitrogênio, apresentou valores variando de 0,02 a 0,010 $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

No ambiente viveiro com sombrite® 50%, a maioria dos tratamentos apresentaram valores elevados para a eficiência no uso da água (EiUA), não se diferenciando

estatisticamente, com exceção dos tratamentos T1 e T11, que apresentaram valores menores e foram estatisticamente iguais (Tabela 2.7). No ambiente a céu aberto, os tratamentos T1, T2, T3 e T5 se destacaram, apresentando os maiores valores e não se diferenciando estatisticamente entre si. Os tratamentos conduzidos no ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram médias superiores, com exceção do T1 e T6. Parreiras (2017), avaliando trocas gasosas de plantas de atemoia ‘Thompson’ pulverizadas com cloreto de cálcio, observou valores semelhantes para a testemunha (sem aplicação de cálcio) dos 60 aos 150 dias, após início das avaliações, com 1,59 a 4,95 $\mu\text{mol de CO}_2$ ($\text{mmol H}_2\text{O}$)⁻¹.

Para a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi), os tratamentos T1, T2, T3, T5, T7, T8 e T9 foram superiores aos demais tratamentos conduzidos no ambiente viveiro com sombrite® 50%, apresentando os maiores valores e não se diferenciando estatisticamente entre si. Já as mudas conduzidas a céu aberto, apenas o tratamento T1 foi superior aos demais, seguidos do T5 e T9 (Tabela 2.7). Seguindo uma tendência da maioria das variáveis analisadas, as mudas conduzidas no ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram uma maior eficiência (EiCi) em relação às que foram produzidas a pleno sol, excetuando o tratamento T1. Mantoan (2013) obteve valores de eficiência instantânea da carboxilação variando de 0,208 a 0,234 em plantas de araticum-de-terra-fria.

Verifica-se, através da Tabela 2.8, que houve interação significativa para interação entre os fatores tratamentos e ambientes (T x A) ao nível de significância de 1% de probabilidade para a variável altura aos 80 dias (ALT80), altura aos 100 dias (ALT100), altura aos 120 dias (ALT120), diâmetro do caule aos 80 dias (DC80), número de folhas aos 120 dias (NF120), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz, (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Já a variável diâmetro do caule aos 100 dias (DC100), diâmetro do caule aos 120 dias (DC120), número de folhas aos 80 dias (NF80), número de folhas aos 100 dias (NF100) e comprimento da raiz (CR) não apresentaram interações significativas, sendo os fatores analisados isoladamente.

Para altura de planta, considerando o desdobramento dos níveis de tratamentos dentro dos ambientes, os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 apresentaram as maiores médias nas três épocas de avaliação (80, 100 e 120 dias), não apresentando diferenças estatísticas entre si (Tabela 2.9), com valores máximos variando de 45,81 a 49,79 cm aos 120 dias após o semeio, quando conduzidas no ambiente viveiro com sombrite® 50%. Já para os tratamentos conduzidos a céu aberto, aos 80 dias praticamente, não houve diferenças estatísticas para a maioria dos tratamentos, com exceção do T12 e T13, que apresentaram os menores valores, porém, nas avaliações seguintes, aos 100 e 120 dias, os tratamentos T1, T4, T5 e T7

superaram os demais, apresentando os maiores valores. Considerando os desdobramentos dos ambientes dentro dos tratamentos, as mudas conduzidas no ambiente viveiro com sombrite® 50% obtiveram valores superiores em todos os tratamentos avaliados (Figura 2.15), portanto, o ambiente viveiro com sombrite® 50% influenciou positivamente a altura de plantas de graviola.

Tabela 2.8 Quadrado médio do resíduo das análises de variância para variáveis altura de plantas aos 80 dias (ALT80), altura de planta aos 100 dias (ALT100), altura de plantas aos 120 dias (ALT20), diâmetro do caule aos 80 dias (DC80), diâmetro do caule aos 100 dias (DC100), diâmetro do caule aos 120 dias (DC120), número de folhas aos 80 dias (NF80), número de folha aos 100 dias (NF100), número de folhas aos 120 dias (NF120), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Variáveis	FV				Resíduo	CV (%)
	Tratamentos (T)	Ambiente (A)	(T) x (A)	Blocos		
GL	12	1	12	4	100	-
ALT80	58,854**	1397,346**	10,132**	2,736 ^{ns}	3,483	10,24
ALT100	209,312**	4484,917**	33,221**	11,618 ^{ns}	6,876	10,91
ALT120	483,338**	7527,619**	53,421**	25,498*	9,780	9,72
DC80	0,674**	24,469**	0,207**	0,102 ^{ns}	0,085	8,58
DC100	1,992**	30,029**	0,175 ^{ns}	0,163 ^{ns}	0,167	10,1
DC120	3,777**	39,561**	0,202 ^{ns}	0,366 ^{ns}	0,298	11,3
NF80	17,296**	168,128**	0,943 ^{ns}	1,501 ^{ns}	0,978	10,86
NF100	33,110**	682,283**	1,328 ^{ns}	5,627*	1,955	11,11
NF120	50,871**	584,202**	5,875**	0,916 ^{ns}	1,694	8,25
CR	44,152**	44,881*	6,474 ^{ns}	12,613 ^{ns}	7,116	11,94
MSPA	9,948**	154,175**	2,162**	0,110 ^{ns}	0,097	11,5
MSR	1,399**	1,233**	0,173**	0,028 ^{ns}	0,028	19,5
MST	18,236**	181,590**	3,039**	0,110 ^{ns}	0,165	11,4
IQD	0,166**	0,415**	0,018**	0,001 ^{ns}	0,001	17,39

Trat. = Tratamentos; Amb. = Ambientes; CV= Coeficiente de variação.

^{ns}, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente.

É importante destacar que todos os tratamentos continham solo em sua composição, mudando alguns elementos, como o esterco (bovino ou caprino) e o substrato comercial (basaplant e fibra de coco), além de suas respectivas composições, que mudaram conforme os tratamentos (Tabela 2.1). Contudo, observou-se que os tratamentos que apresentaram os maiores valores de altura de plantas foram T1, T2, T3, T4 e T5, que possuíam, em sua composição, esterco bovino na concentração de 25 a 50%, demonstrando que esse componente se mostrou mais eficiente para o ganho da altura das mudas de gravioleira.



Fonte: (ALMEIDA, C.L.S., 2017)

Figura 2.15 Mudanças de graviola aos 120 dias conduzidas a pleno sol (esquerda) e em viveiro (direita).

Costa et al. (2016a) apresentaram resultados semelhantes aos do presente estudo em mudas de graviola, cujos tratamentos contendo esterco bovino em sua composição apresentaram resultados superiores em comparação com aqueles constituídos por húmus de minhoca, ramas de mandioca e vermiculita, o que corrobora os resultados encontrados nesta pesquisa. Os valores obtidos pelos autores para altura de plantas em tratamentos constituídos por esterco bovino foram de 20,53 a 22,27 cm e 24,03 a 25,55 cm aos 85 e 100 dias após o semeio, respectivamente.

Para diâmetro do caule aos 80 dias, dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50%, os tratamentos que continham em sua composição esterco bovino apresentaram os maiores valores, do T1 ao T6 4,10 a 4,26 mm; o tratamento T13 contendo 100% solo apresentou a menor média 3,14 mm. Para as mudas conduzidas a céu aberto, os maiores valores foram obtidos pelos tratamentos T1, T2, T4, T6, T7 e T10, com valores variando de 2,77 a 3,15 mm (Tabela 2.9). Considerando o desdobramento do ambiente dentro dos tratamentos, o ambiente viveiro com sombrite® 50% superou o ambiente a céu aberto em todos os tratamentos.

Para o número de folhas das mudas, avaliadas aos 120 dias no ambiente viveiro com sombrite® 50%, observou-se que os resultados se mostraram, no geral, semelhantes às variáveis anteriores, sobressaindo-se os tratamentos T1, T3, T4, T5 e T6, que apresentaram as maiores médias com valores entre 18,95 a 20,53 folhas por planta. A céu aberto, os tratamentos T1, T2, T3, T4, T6 e T7 destacaram-se com 15,13 a 16,79 folhas por planta, não diferindo entre si (Tabela 2.9). Em relação aos ambientes, os tratamentos conduzidos em viveiro com sombrite® 50% apresentaram os maiores números médios de folhas por planta em todos os tratamentos. Lima et al. (2009), avaliando crescimento e teores de nutrientes em

mudas de gravioleira cultivadas em seis substratos, obtiveram valores variando de 15 a 30 folhas por planta aos 120 dias.

Tabela 2.9 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis altura de planta aos 80 dias (ALT80), altura de plantas aos 100 dias (ALT100), altura de planta aos 120 dias (ALT120), diâmetro do caule aos 80 dias (DC80) e número de folhas aos 120 dias (NF120) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Tratamentos	Variáveis					
	ALT80 (g)		ALT100 (g)		ALT120 (cm)	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	24,45 aA	17,91 aB	36,26 aA	23,02 aB	47,03 aA	33,07 aB
T2	24,00 aA	16,11 aB	36,10 aA	19,75 bB	45,81 aA	24,86 bB
T3	25,35 aA	15,13 aB	36,31 aA	19,89 bB	46,72 aA	27,43 bB
T4	25,11 aA	16,22 aB	36,37 aA	21,69 aB	47,59 aA	31,50 aB
T5	23,85 aA	15,76 aB	36,15 aA	19,92 bB	49,79 aA	28,89 aB
T6	22,79 aA	15,04 aB	30,79 bA	18,54 bB	42,21 bA	23,04 bB
T7	21,03 bA	16,90 aB	30,73 bA	19,75 bB	42,68 bA	31,28 aB
T8	19,86 cA	13,98 aB	29,47 bA	15,73 cB	40,71 bA	19,63 cB
T9	19,13 cA	14,36 aB	24,83 cA	17,68 bB	31,45 eA	21,55 cB
T10	21,30 bA	16,04 aB	26,54 cA	18,74 bB	37,70 cA	24,27 bB
T11	18,59 cA	15,30 aB	24,74 cA	16,98 bB	34,23 dA	25,22 bB
T12	18,38 cA	11,06 bB	20,35 dA	13,06 dB	22,39 fA	12,99 dB
T13	15,65 dA	10,41 bB	20,10 dA	11,26 dB	28,72 eA	15,47 dB

Tratamentos	DC80 (mm)		NF120 (und)	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	4,17 aA	3,13 aB	18,95 aA	16,67 aB
T2	4,10 aA	3,19 aB	18,58 bA	15,38 aB
T3	4,26 aA	2,92 bB	19,34 aA	15,39 aB
T4	4,17 aA	3,11 aB	20,53 aA	16,29 aB
T5	4,22 aA	2,95 bB	19,69 aA	14,55 bB
T6	4,11 aA	3,12 aB	19,11 aA	15,20 aB
T7	3,70 bA	3,13 aB	18,41 bA	15,13 aB
T8	3,61 bA	2,86 bB	17,76 bA	10,25 cB
T9	3,50 bA	2,77 bB	17,30 bA	13,90 bB
T10	3,71 bA	3,15 aB	18,24 bA	13,67 bB
T11	3,43 bA	2,85 bB	16,50 cA	13,70 bB
T12	3,57 bA	2,53 bB	14,78 dA	7,78 dB
T13	3,14 cA	2,71 bB	13,51 dA	9,69 cB

Dados com letras iguais minúsculas nas colunas para comparação dos substratos e letras maiúsculas nas linhas para comparação dos ambientes de cultivo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP; **T2** = 50% S + 25% EB + 25% BP; **T3** = 25% S + 50% EB + 25% BP; **T4** = 25% S + 25% EB + 50% FC; **T5** = 50% S + 25% EB + 25% FC; **T6** = 25% S + 50% EB + 25% FC; **T7** = 25% S + 50% EC + 25% BP; **T8** = 50% S + 25% EC + 25% BP; **T9** = 25% S + 25% EC + 50% BP; **T10** = 25% S + 25% EC + 50% FC; **T11** = 50% S + 25% EC + 25% FC; **T12** = 25% S + 50% EC + 25% FC; **T13** = 100% S.

Considerando os fatores isolados, para o número de folhas avaliadas aos 80 e 100 dias, destacaram-se os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T10, com os maiores valores (Tabela 2.10). As mudas conduzidas no ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram médias superiores em 22,16 e 30,77% para as avaliações aos 80 e 100 dias, respectivamente, mostrando mais uma vez que o ambiente viveiro com sombrite® 50% proporcionou mudas mais

vigorosas, com as maiores alturas, os maiores diâmetros e número de folhas, o que indica que as mudas cultivadas em viveiro com sombrite® 50% realizaram mais fotossíntese.

Costa et al. (2016a) alcançaram valores inferiores para o número médio de folhas comparados aos do presente trabalho, quando utilizaram substratos contendo proporções de vermiculita e esterco bovino, com valores de 6,57 a 6,80 e 7,53 a 8,0, aos 80 e 100 dias, respectivamente. Já Campos et al. (2008) apresentaram número médio de folhas superior, com valores variando de 15,12 a 19,13.

Para os diâmetros do caule, aos 100 e 120 dias, os tratamentos contendo esterco bovino (T1 ao T5) apresentaram os maiores valores nas duas épocas de avaliação, com 4,41 a 4,46 mm e 5,17 a 5,54 mm, aos 100 e 120 dias, respectivamente. Já as mudas conduzidas no ambiente viveiro com sombrite® 50% apresentaram valores médios superiores em comparação aos obtidos com as mudas conduzidas a céu aberto (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 Influência dos fatores isolados tratamentos e ambientes para as variáveis número de folhas aos 80 dias (NF80), número de folhas aos 100 dias (NF100), diâmetro do caule aos 100 dias (DC100), diâmetro do caule aos 120 dias (DC120) e comprimento de raiz (CR) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Tratamentos	NF80	NF100	DC100	DC120	CR
	Unid.	Unid.	mm	Mm	cm
T1	10,52 a	14,46 a	4,61 a	5,44 a	24,69 a
T2	9,63 a	13,44 a	4,46 a	5,17 a	22,76 a
T3	10,02 a	13,72 a	4,46 a	5,41 a	24,46 a
T4	10,37 a	14,50 a	4,53 a	5,54 a	24,15 a
T5	9,57 a	13,61 a	4,41 a	5,49 a	23,68 a
T6	9,91 a	13,76 a	4,17 b	5,11 b	22,59 a
T7	9,89 a	13,36 a	4,04 b	4,93 b	23,73 a
T8	8,29 b	11,45 b	3,89 c	4,71 b	21,31 b
T9	8,63 b	12,16 a	3,77 c	4,46 c	21,43 b
T10	9,83 a	13,28 a	4,01 b	4,72 b	23,50 a
T11	8,13 b	11,44 b	3,73 c	4,28 c	21,30 b
T12	7,72 b	10,27 b	3,36 d	3,80 d	18,09 c
T13	5,90 c	8,24 c	3,22 d	3,75 d	18,70 c
Ambientes					
Viveiro	10,24 a	14,88 a	4,53 a	5,38 a	22,93 a
Sol	7,97 b	10,30 b	3,57 b	4,28 b	21,75 b

Dados com letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP; **T2** = 50% S + 25% EB + 25% BP; **T3** = 25% S + 50% EB + 25% BP; **T4** = 25% S + 25% EB + 50% FC; **T5** = 50% S + 25% EB + 25% FC; **T6** = 25% S + 50% EB + 25% FC; **T7** = 25% S + 50% EC + 25% BP; **T8** = 50% S + 25% EC + 25% BP; **T9** = 25% S + 25% EC + 50% BP; **T10** = 25% S + 25% EC + 50% FC; **T11** = 50% S + 25% EC + 25% FC; **T12** = 25% S + 50% EC + 25% FC; **T13** = 100% S.

Lima et al. (2009) obtiveram valores máximos para diâmetro do caule nos tratamentos contendo solo, húmus de minhoca, casca de arroz carbonizada e terra, húmus de minhoca e pó de casca de coco seco, nas proporções de 2:1:1, respectivamente, com média de 1,2 mm para ambos os tratamentos, aos 120 dias de idade, entretanto, esses valores obtidos foram inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Para o comprimento de raiz, os tratamentos compreendidos entre T1 ao T7 apresentaram os maiores valores, seguidos dos tratamentos T8, T9 e T11, que apresentaram valores intermediários (Tabela 2.10). Os tratamentos T12 e T13 apresentaram os menores valores para a variável comprimento de raiz. Novamente o ambiente viveiro com sombrite® 50% mostrou-se superior para o desenvolvimento de mudas, quando comparado com as mudas conduzidas a céu aberto, apresentando um comprimento de raiz de 5,15% superior ao das mudas conduzidas a céu aberto.

Arrais et al. (2016), avaliando o extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. em casa de vegetação com 50% sombra, com substrato constituído de solo (75%) e esterco de curral curtido (25%), obtiveram médias de comprimento de raiz entre 18,19 a 22,45 cm.

Para massa seca da parte aérea dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50%, destacaram-se os tratamentos T1, T3 e T5, com valores de 5,18, 5,15 e 5,48 g, respectivamente. Os menores valores foram encontrados nos tratamentos T12 e T13, sendo que o T13 apresentava em sua composição 100% solo. Para as mudas do ambiente a céu aberto, apenas os tratamentos T1 e T7 apresentaram valores superiores, 2,57 e 2,45 g, respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas (Tabela 2.11). Algo que se repetiu no ambiente a céu aberto foram os menores valores para o substrato T12 e T13. Em todos os tratamentos, o ambiente viveiro com sombrite® 50% superou o ambiente a céu aberto. Semelhanças foram observadas no trabalho desenvolvido por Costa et al. (2012), os quais encontraram valores menores para fitomassa seca da parte aérea e total nas mudas oriundas do substrato solo.

Para a massa seca da raiz, destacaram-se as mudas dos tratamentos T2, T4 e T5, com valores de 1,58, 1,35 e 1,50 g, respectivamente, conduzidas em viveiro com sombrite® 50% (Tabela 2.11). Em mudas conduzidas no ambiente a céu aberto, os tratamentos T2 e T5 apresentaram valores superiores aos demais, com 1,32 e 1,33 g. Considerando o ambiente dentro dos tratamentos, no geral, as mudas conduzidas em viveiro com sombrite® 50% superaram as mudas conduzidas a céu aberto, apesar de não haverem diferenças estatísticas entre os tratamentos T1, T5, T7, T9, T10, T11, T12 e T13.

Andrade et al. (2014), avaliando recipientes e proporções de cama de frango na produção de mudas de gravioleira em viveiro telado com sombrite, na cidade de Pombal-PB, apresentaram valores inferiores de massa seca da raiz aos 120 dias, após o semeio, com valores entre 0,21 a 0,29 g.

Para a massa seca total, diferente do que vinha ocorrendo para a maioria das variáveis, quando vários substratos se destacaram, apenas o tratamento T5 apresentou-se superior aos demais, com 6,98 g, seguido dos tratamentos T1, T2 e T4, os quais foram estatisticamente iguais, com valores 6,37, 6,40 e 6,50 g, respectivamente, conduzidos dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50%. Considerando as mudas conduzidas no ambiente a céu aberto, os maiores valores foram de 3,08 a 3,64 g, obtidos pelos tratamentos T1, T2, T4, T5 e T7 (Tabela 2.11). No experimento conduzido em viveiro com sombrite® 50%, os resultados foram semelhantes àqueles obtidos para as variáveis de massa seca da parte aérea e raiz, sendo superiores quando comparados com os das mudas conduzidas a céu aberto.

Tabela 2.11 Interação entre tratamentos e ambientes (T x A) para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de gravioleira. Pombal - PB, 2017.

Substratos	MSPA (g)		MSR (g)	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	5,18 aA	2,57 aB	1,19 bA	1,07 bA
T2	4,82 bA	1,89 bB	1,58 aA	1,32 aB
T3	4,69 bA	1,91 bB	1,23 bA	0,75 cB
T4	5,15 aA	1,99 bB	1,35 aA	1,09 bB
T5	5,48 aA	2,13 bB	1,50 aA	1,33 aA
T6	4,62 bA	1,78 bB	1,01 bA	0,53 dB
T7	3,89 cA	2,45 aB	0,74 cA	0,94 bA
T8	3,60 dA	0,70 dB	1,10 bA	0,36 eB
T9	3,28 eA	1,25 cB	0,45 dA	0,55 dA
T10	3,18 eA	1,64 bB	0,71 cA	0,76 cA
T11	2,93 eA	1,78 bB	0,75 cA	0,76 cA
T12	1,16 fA	0,47 dB	0,33 dA	0,14 eA
T13	1,39 fA	0,51 dB	0,47 dA	0,27 eA

Substratos	MST(g)		IQD	
	Viveiro	Sol	Viveiro	Sol
T1	6,37 bA	3,64 aB	0,53 aA	0,39 bB
T2	6,40 bA	3,21 aB	0,59 aA	0,46 aB
T3	5,92 cA	2,66 bB	0,52 aA	0,32 cB
T4	6,50 bA	3,08 aB	0,56 aA	0,37 bB
T5	6,98 aA	3,46 aB	0,59 aA	0,46 aB
T6	5,63 cA	2,31 bB	0,47 bA	0,26 cB
T7	4,63 dA	3,39 aB	0,35 cA	0,36 bA
T8	4,70 dA	1,05 dB	0,43 bA	0,16 dB
T9	3,73 eA	1,80 cB	0,26 cA	0,24 cA
T10	3,89 eA	2,40 bB	0,33 cA	0,31 cA
T11	3,69 eA	2,55 bB	0,33 cA	0,28 cA
T12	1,37 fA	0,61 dB	0,15 dA	0,08 dA
T13	1,86 fA	0,78 dB	0,19 dA	0,12 dA

Dados com letras iguais minúsculas nas colunas para comparação dos substratos e letras maiúsculas nas linhas para comparação dos ambientes de cultivo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

T1 = 25% S + 25% EB + 50% BP; **T2** = 50% S + 25% EB + 25% BP; **T3** = 25% S + 50% EB + 25% BP; **T4** = 25% S + 25% EB + 50% FC; **T5** = 50% S + 25% EB + 25% FC; **T6** = 25% S + 50% EB + 25% FC; **T7** = 25% S + 50% EC + 25% BP; **T8** = 50% S + 25% EC + 25% BP; **T9** = 25% S + 25% EC + 50% BP; **T10** = 25% S + 25% EC + 50% FC; **T11** = 50% S + 25% EC + 25% FC; **T12** = 25% S + 50% EC + 25% FC; **T13** = 100% S.

Costa et al. (2016b), estudando a biomassa e relações biométricas sob diferentes ambientes protegidos e substratos em mudas de gravioleira, alcançaram valores inferiores para massa da matéria seca, para todos os tratamentos avaliados. Tal fato talvez seja explicado pelo nível de zinco encontrado nos substratos utilizados que, segundo Marques e Nascimento (2014), a alta concentração desse mineral pode causar restrição em ramos de plantas e no crescimento do sistema radicular. Neste trabalho, as concentrações de zinco foram bem inferiores, comparados com a do experimento conduzido por Costa et al. (2016b). De acordo com Silva e Farnezi (2009), o zinco em altas concentrações pode causar toxicidade ou desequilíbrio nutricional em mudas de gravioleira.

Para o índice de qualidade de Dickson dentro do ambiente viveiro com sombrite® 50%, no geral, os tratamentos constituídos com esterco bovino apresentaram os maiores valores, não se diferenciando estatisticamente entre si, T1, T2, T3, T4 e T5 (Tabela 2.11). No ambiente a céu aberto, os tratamentos T2 e T5 superaram os demais. Considerando os desdobramentos dos ambientes dentro dos tratamentos, as mudas conduzidas em viveiro com sombrite® 50% obtiveram médias superiores, com exceção dos tratamentos T7, T9, T10, T11, T12 e T13, que foram estatisticamente iguais entre os ambientes. É importante ressaltar que os tratamentos que apresentaram entre si valores estatisticamente iguais perante os ambientes, apresentaram as menores médias para o IQD.

De acordo com Pereira et al. (2010), a fórmula proposta por Dickson é uma variável importante para a avaliação de mudas, pois considera as variáveis massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, altura de planta e diâmetro do caule em uma única variável. De acordo com os autores, essas variáveis combinadas em uma única variável (IQD) mostram uma equação equilibrada de distribuição de fitomassa e crescimento de plantas. Quanto maior o valor do IQD, maior a qualidade da sementeira (COSTA et al., 2016b).

As maiores médias obtidas para as mudas conduzidas em viveiro com sombrite® 50% estão relacionadas com as melhores condições que o ambiente proporcionou para as mudas de gravioleira, como temperaturas menos elevadas (Tabela 2.3), maior umidade, atenuação da radiação solar, que refletem na taxa fotossintética e, conseqüentemente, no vigor das mudas.

Costa et al. (2016b) alcançaram valores para IQD variando de 0,13 a 0,33 em mudas de gravioleira conduzidas em diferentes substratos e ambientes protegidos.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi conduzido, conclui-se que:

Os tratamentos contendo esterco bovino proporcionaram melhor qualidade das mudas de gravioleira, independente da concentração de esterco, 25 ou 50%, e de sua composição (solo, basaplant ou fibra de coco).

Entre os tratamentos avaliados, o T2 e T5 são os mais viáveis do ponto de vista econômico, pelo fato de apresentarem em sua constituição 50% de solo, proporcionando diminuição nas concentrações de basaplant ou fibra de coco, que foram 25% em ambos.

Com base nos resultados obtidos e nas condições edafoclimáticas de Pombal, o viveiro coberto com tela sombrite® 50% foi o melhor ambiente para a formação das mudas de gravioleira, obtendo mudas mais vigorosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, B.B.; MELO, B.; SILVA, A.A.; SOUZA, C.H.E. Recipientes e proporções de cama de frango na produção de mudas de gravioleira. **Revista Verde**, Pombal, v. 9, n. 5, p. 116-123, 2014.

ARRAIS, Í.G.; SILVA, C.C.; ALMEIDA, J.P.N.; DANTAS, L.L.G.R.; FRANCISCO, S.O.; MENDONÇA, V. Extrato da alga (*Ascophyllum nodosum* L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 2, p. 234-241, 2016.

BANZATTO, D.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRITO, M.E.B.; SOARES, L.A.A.; FERNANDES, P.D.; LIMA, G.S.; SÁ, F.V.S.; MELO, A.S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n. supl, p.857-865, 2012.

CAMPOS, F.G. *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer ‘Araticum-de-terra-fria’ cultivada com variação de nitrogênio: Produtividade e perfil químico dos voláteis foliares. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, 2014.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G.; MENDONÇA, R. M. N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata*, L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2008.

COSTA, A.M.G.; COSTA, J.T.A.; CAVALCANTI JUNIOR, A.T.; CORREIA, D.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Ciências Agrônomicas**, Fortaleza, v.36, n.3, p.299-305, 2005.

COSTA, E.; FERREIRA, A.F.A.; SILVA, P.N.L.; NARDELLI, E.M.V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.

COSTA, E.; SASSAQUI, A.R.; SILVA, A.K.; REGO, N.H.; FINA, B.G. Mudas de gravioleira: emergência e desenvolvimento sob diferentes ambientes de cultivo e substratos – Parte I. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.217-228, 2016a.

COSTA, E.; SASSAQUI, A.R.; SILVA, A.K.; REGO, N.H.; FINA, B.G. Mudas de gravioleira: Biomassas e relações biométricas sob diferentes ambientes de cultivo e substratos - Parte II. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.229-241, 2016b.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DALMAGO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I.; KRÜGER, C.A.M.B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, 2009.

DAI, Y.; HOGAN, S.; SCHMELZ, E.M.; JU, Y.H.; CANNING, C.; ZHOU, K. Selective growth inhibition of human breast cancer cells by graviola fruit extract in vitro and in vivo involving down regulation of EGFR expression. **Nutrition and Cancer**, v.63, n.5, p. 795-801, 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, M.G.R.; SANTOS, M.R.A.; SILVA, E.O.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* Jacq. Baill) (*Annonaceae*) em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 373-380, 2010.

FIGUEIRÊDO, G.R.G.; VILASBOAS, F.S.; OLIVEIRA, S.J.R.; SODRÉ, G.A.; SACRAMENTO, C.K. Propagação da gravioleira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 860-865, 2013.

FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; PINTO, J.R.S.; TOSTA, M.S.; DOMBROSKI, J.L.D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 319-327, 2013.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LEMOS, E.E.P.A. Produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. spe1, p. 077-085, 2014.

LIMA, R.L.S.; WEBER, O.B.; PEREIRA, W.E.; CORREIA, D.; SOFIATTI, V., BRANDÃO, Z.N.; FERREIRA, G.B. Crescimento e teores de nutrientes em mudas de gravioleira cultivadas em seis substratos. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 594-606, 2009.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MANTOAN, L.P.B. **Recuperação das trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em plantas de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer submetidas a estresse hídrico.** 2013. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, 2013.

MARQUES, M.C.; NASCIMENTO, C.W.A. Tolerância de mamona a zinco avaliada por fluorescência de clorofila e nutrição das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.3, p.850-857, 2014.

MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, M.A.B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p.07-14.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA JUNIOR, J.F. Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p. 491-495, 2001.

OLIVEIRA, F.A.; LOPES, M.Â.C.; SÁ, F.V.S.; NOBRE, R.G.; MOREIRA, R.C.L.; SILVA, L.A.; PAIVA, E.P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.6, n.4, p.471-478, 2015.

OLIVEIRA, L.C.; TAVARES, J.C.; RODRIGUES, G.S.O.; MARACAJÁ, P.B.; SILVA, M.L. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e formação inicial de plântulas de graviola. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.1, p. 90-97, 2009.

PARREIRAS, N.S. **Aplicação de cálcio em pré-colheita de atemoia ‘Thompson’:** Trocas gasosas, óleo essencial de folhas e características físico-químicas dos frutos. 2017. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, 2017.

PEREIRA, P.C.; MELO, B.; FREITAS, R.S.; TOMAZ, M.A.; TEIXEIRA, I.R. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, Pombal, v.5, n.3, p.136-142, 2010.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M.M.; FREITAS, A.L.G.E.F.; RIBEIRO, D.P.; PEREZ, L.A.A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. e1, p. 086-093, 2014a.

SÃO JOSÉ, A.R.; PRADO, N.B.; BOMFIM, M.P.; REBOUÇAS, T.N.H.; MENDES, H.T.A. Marcha de absorção de nutrientes em anonácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.36, n. e1, p. 176-183, 2014b.

SANDA, S.; YOSHIDA, K. KUWANO, M.; KAWAMURA, T.; MUNEKAGE, Y.N.; AKASHI, K.; YOKOTA, A. Responses of the photosynthetic electron transportsystem to excess light energy caused by water deficit in wild watermelon. **Physiologia Plantarum**, v. 142, n. 3, p. 247-264, 2011.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação:** um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. p. 248.

SAMARÃO, S.S.; RODRIGUES, L.A.; MARTINS, M.A.; MANHÃES, T.N.; ALVIM, L.A.M. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízico arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 81-88, 2011.

SILVA, E.B.; FARNEZI, M.M.M. Limitações nutricionais para o crescimento de mudas de graviola em casa de vegetação em latossolo vermelho distrófico do norte de minas gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 52-58, 2009.

SILVA, J.G.; OLIVEIRA, O.H.; NOBRE, R.G. Produção de mudas de gravioleira sob métodos de superação de dormência de sementes e doses de esterco. **Revista Verde**, Pombal, v. 12, n.2, p.187-191, 2017.

TORRES, M.P.; RACHAGANI, S.; PUROHIT, V.; PANDEY, P.; JOSHI, S.; MOORE, E.D.; JOHANSSON, S.L.; SINGH, P.K.; GANTI, A.K.; BATRA S.K. Graviola: A novel promising natural-derived drug that inhibits tumorigenicity and metastasis of pancreatic cancer cells in vitro and in vivo through altering cell metabolism. **Cancer Letters**, v. 323, n.1, p.29-40, 2012.

ZHOU, Y.; LAM, H.M.; ZHANG, J. Inhibition of photosynthesis and energy dissipation induced by water and high light stresses in rice. **Journal of experimental botany**, v. 58, n. 5, p. 1207-1217, 2007.