

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Physalis angulata* L.  
(SOLANACEAE)**

**Josué Pinheiro Machado**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
AGOSTO DE 2023**

# **PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Physalis angulata* L. (SOLANACEAE)**

**Josué Pinheiro Machado**  
Tecnólogo em Agroecologia  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 2019.2

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Manuela Oliveira de Souza

**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Vita Reis Mendonça

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**AGOSTO DE 2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

M149p

Machado, Josué Pinheiro.

Produção de mudas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) / Josué Pinheiro Machado. \_ Cruz das Almas, BA, 2023. 58f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof. Dra. Manuela Oliveira de Souza.

Coorientadora: Prof. Dra. Andrea Vita Reis Mendonça.

1.Solanáceas – Plantas – Botânica. 2.Solanáceas – Mudanças – Qualidade. 3.Produtividade agrícola – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 581

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Physalis angulata* L. (SOLANACEAE)**

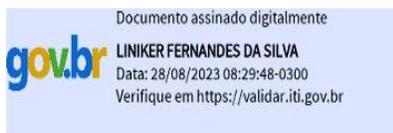
Aprovada em 25 de Agosto de 2023.

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Josué Pinheiro Machado



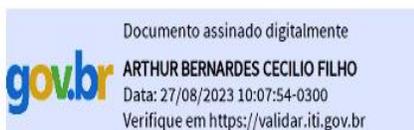
---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Manuela Oliveira de Souza  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA  
(Orientador (a))



---

Prof. Dr. Liniker Fernandes da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA  
(Examinador interno)



---

Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho  
Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', SP  
(Examinador externo)

*A Deus, toda minha família, especialmente  
Maria Tânia Almeida Pinheiro (mãe), e meu  
pai Isaias Souza Machado (In memória).*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por sempre está ao meu lado.

A minha mãe Maria Tania Almeida Pinheiro pelo incentivo.

A minha orientadora Dra. Manuela Oliveira de Souza pela orientação, treinamentos no laboratório, pelas correções e pelos conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento deste estudo.

À professora Dra. Andrea Vita Reis Mendonça pela co-orientação, treinamentos no laboratório, pelas correções e pelos conhecimentos repassados.

Ao programa de pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, que proporcionou minha formação.

A Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia(FAPESB) pela concessão da bolsa.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo espaço para realização deste trabalho.

Minha namorada Morrôse Sousa da Silva pelo incentivo, apoio e companheirismo.

Aos meus familiares que torceram por mim.

Meus colegas de mestrado Marluce Santana de Oliveira, Silvia Tereza Macedo, Simplício Mota, Ila Faro.

Aos meus colegas do laboratório: Jiovana Santos, Karine Pacheco, Diogo Martins Magalhães, Elisama Soares, Juliana dos Santos, Tamires Santiago. Foi muito bom trocar conhecimento com vocês.

Meus amigos Israel Paiva, Diego Macedo, Igor Macedo.

As servidoras Vitoria e Gabriele, técnicas do Complexo de Engenharia Florestal pela ajuda com materiais e conselhos.

Ao porteiro Anderson Pinheiro pela gentileza e conselhos.

Ao professor Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pelas correções e contribuições no trabalho.

Ao diretor do centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas Dr. Josival Souza.

**MUITO OBRIGADO!**

## EPÍGRAFE

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o SENHOR, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

JOSUÉ 1:9

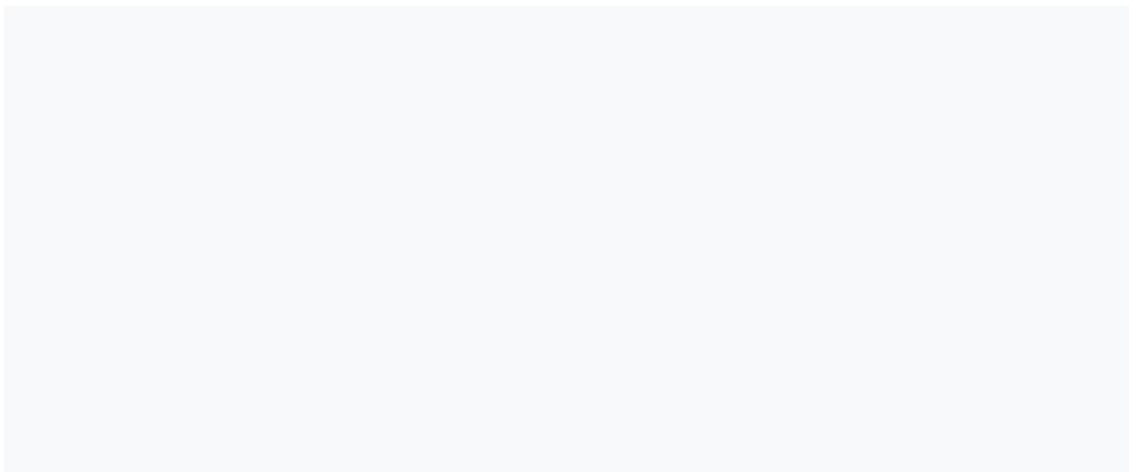
“Ninguém nega o valor da educação e que um bom professor é imprescindível”.

Paulo Freire.

## PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Physalis angulata* L. (SOLANACEAE)

**RESUMO:** *P. angulata*, pertencente à família Solanaceae, é uma espécie herbácea. Possui frutos ricos em vitaminas A e C, fósforo, ferro e antioxidantes, enquanto suas folhas, raízes e caule possuem diversas propriedades farmacológicas. Cultivos comerciais de *P. angulata* são recentes e boa qualidade da muda constitui-se em importante fator de produtividade. No entanto, estudos à respeito do padrão biométrico para transplante da muda não são conhecidos. Assim, esse estudo foi dividido em dois capítulos. No Capítulo I, objetivou-se conhecer a influência da altura e diâmetro do caule da muda na produtividade de *P. angulata*, definindo o padrão para transplante e o tempo de permanência no viveiro. Para tanto, *P. angulata* foi semeada a cada quatro dias e as mudas foram transplantadas em 9 de abril de 2022, quando tinham 22, 26, 30, 34 e 38 dias após semeadura. Foram realizadas análises descritivas das mudas em viveiro e relacionado o desempenho das mudas em campo à sobrevivência e o número de frutos por planta. Para plantas mais produtivas ( $\geq 200$  frutos), mudas de *P. angulata* devem permanecer em viveiro por 38 dias após a semeadura, quando apresentarão no mínimo 12,8 cm de altura e 4,2 cm de diâmetro do caule. No Capítulo II, o objetivo foi avaliar a influência do tempo de formação das mudas no desenvolvimento e na produção de frutos de *P. angulata*. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, constituído de cinco períodos de permanência das mudas no viveiro (38, 34, 30, 26, 22 dias) e cinco repetições. Cada repetição continha 12 plantas. Após o transplante, as plantas foram avaliadas semanalmente até 70 dias quanto à sobrevivência, altura, diâmetro do colo, número de frutos e produtividade. O tempo de permanência das mudas no viveiro influenciou a altura e o diâmetro até 21 dias no campo. O estabelecimento inicial avaliado com base no crescimento em altura até 14 dias tem potencial como indicador da produção final de frutos de *P. angulata*. Mudas que permaneceram no viveiro por 38 dias resultaram em maior produção de frutos em relação àquelas de idades menores.

**Palavras-chave:** *Physalis* spp; qualidade de mudas; sobrevivência



## PRODUCTION OF *Physalis angulata* L. (SOLANACEAE) SEEDLINGS

**ABSTRACT:** *P. angulata*, belonging to the Solanaceae family, is a herbaceous species. It has fruits rich in vitamins A and C, phosphorus, iron and antioxidants, while its leaves, roots and stem have several pharmacological properties. Commercial plantations of *P. angulata* are recent, and good quality of the seedling is an important factor for yield. However, studies on the biometric standard for seedling transplantation are not known. Thus, this study was divided into two chapters. In Chapter I, the objective was to know the influence of seedling height and stem diameter on the yield of *P. angulata*, defining the standard for transplanting and the time of permanence in the nursery. For this purpose, *P. angulata* was sown every four days, and the seedlings were transplanted on April 9, 2022, at 22, 26, 30, 34 and 38 days after sowing. Descriptive analyses of the seedlings in the nursery were carried out and the performance of the seedlings in the field was related to survival and number of fruits per plant. For more productive plants ( $\geq 200$  fruits), *P. angulata* seedlings should remain in a nursery for 38 days after sowing, when they will have at least 12.8 cm in height and 4.2 cm in stem diameter. In Chapter II, the objective was to evaluate the influence of seedling formation time on the development and fruit production of *P. angulata*. The experiment was carried out in a completely randomized design, consisting of five periods of permanence of the seedlings in the nursery (38, 34, 30, 26, 22 days) and five replicates. Each replicate contained 12 plants. After transplanting, the plants were evaluated weekly for 70 days for survival, height, stem diameter, number of fruits and yield. The time of permanence of the seedlings in the nursery influenced their height and stem diameter for 21 days in the field. Initial establishment evaluated based on growth in height until the 14<sup>th</sup> day has potential as an indicator of the final fruit production of *P. angulata*. Seedlings that remained in the nursery for 38 days resulted in higher fruit production compared to those of younger ages.

**Keywords:** *Physalis* spp.; seedling quality; survival

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REFERENCIAS .....	3
3. BIOMETRIA DA MUDA E RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DE <i>Physalis angulata</i> L .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
2.1. Caracterização do local do experimento.....	7
2.2. Instalação e condução do experimento.....	8
2.2.1. Fase de viveiro.....	8
2.2.2. Fase de campo.....	8
2.3. Avaliações realizadas.....	9
2.3.1. Fase de viveiro.....	9
2.3.2. Fase de campo.....	10
2.4. Análises estatísticas.....	10
2.4.1. Fase viveiro.....	10
2.4.2. Fase de campo.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
3.1. Fase de viveiro .....	11
3.2. Fase de campo.....	14
4. CONCLUSÃO .....	18
5. REFERENCIAS.....	18
4. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE <i>Physalis angulata</i> L. EM RESPOSTA AO TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS MUDAS NO VIVEIRO.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
2.1. Fase de viveiro.....	27
2.2. Fase de campo.....	28
2.3. Análise de dados.....	30
2.3.1. Crescimento vegetativo das plantas e produção de frutos.....	30
2.3.2. Sobrevivência.....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.1. Sobrevivência.....	33
3.2. Crescimento das plantas e produção de frutos.....	34
3.3. Produção de frutos.....	43
4. CONCLUSÃO.....	46
5. REFERENCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As regiões Nordeste e Sudeste possuem as maiores áreas cultivadas com fruticultura, sendo que o Nordeste abrange, aproximadamente, 52,4% dessas áreas (VIDAL, 2023). A região possui condições ideais de luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar, o que a coloca em uma posição favorável em termos de vantagem comparativa em relação ao Sul e Sudeste do país (VIDAL, 2023). Isso permite o cultivo de uma variedade maior de culturas agrícolas.

Com abrangência geográfica em todo o território nacional, a variedade *P. angulata*, ainda, é pouco conhecida e, geralmente, é considerada invasora (STEŠEVIĆ; BUBANJA, 2017). Apesar de não ser muito conhecida como fonte de alimento por grande parte dos brasileiros, a espécie é *consumida* pelos povos indígenas na Amazônia (RUFATO et al., 2008).

Plantada e cultivada no sul e sudeste do país, tem despertado interesse econômico, pois suas frutas são consumidas como frutas frescas, na preparação de geleias, doces, tortas, polpas, sorvetes entre outros derivados da cadeia produtiva industrial. São ricas em antioxidantes naturais, como carotenoides, vitamina E, antocianinas e compostos fenólicos (MANGANARIS et al., 2013; BENDLIN et al., 2016). Além da comercialização da fruta, é possível comercializar suas raízes e folhas. O cálice, por ser persistente no fruto, é extensivamente usado em adornos na decoração de doces finos em confeitarias e buffets (MUNIZ et al., 2014).

A agricultura familiar pode considerar o cultivo de *P. angulata* como uma alternativa viável tanto para geração de renda quanto para aumentar a segurança alimentar (RUFATO et al., 2013). Devido ao seu pequeno porte, essa cultura requer pouca área de cultivo, o que a torna adequada para sistemas agrícolas de menor escala (OLIVEIRA, 2018).

A produção de mudas em ambiente controlado permite maior controle sobre as condições de cultivo das espécies, resultando em plantas mais saudáveis e vigorosas, e facilitando o manejo das plantas, já que estas são transplantadas para o campo de forma mais organizada e uniforme, otimizando o tempo e o espaço de cultivo, o que favorece o seu desenvolvimento e produtividade no campo.

Para definição de mudas de qualidade, é necessário diversas avaliações incluído taxa de sobrevivência das mudas exposta ao campo, avaliações no viveiro, crescimento vegetativo (altura e diâmetro) e produtividade de frutos (ZACCHEO et al., 2013; SANTOS et al., 2022). Informações sobre produção de mudas de *P. angulata* são escassas, principalmente quanto aos parâmetros biométricos (altura e diâmetro) que as mudas devem ser transferidas para campo e o tempo de permanência dessas mudas no viveiro. Conhecer o tempo de produção de mudas no viveiro traz benefícios significativos ao produtor, cuja informação permite planejamento mais eficiente das atividades, otimizando recursos financeiros, tempo e mão de obra (FREITAS et al., 2021).

Este estudo foi conduzido com o objetivo de estabelecer um protocolo para a produção de mudas de *Physalis angulata* L, a fim de definir critérios de qualidade e otimizar o tempo de formação das mudas, visando melhorar o desenvolvimento e a produtividade dos frutos.

## 2. REFERENCIAS

BENDLIN, L; SENFF, C O; KUDLAWICZ-FRANCO, C; *et al.* Agribusiness management of *Physalis peruviana* L. fruit in Brazil. **Bulgarian journal of agricultural science**. v. 22, n. 5, p. 691–704, 2016.

FREITAS, Teresa Aparecida Soares De; LOPES, Emile Caroline Silva; ARAUJO, Jamille Ferreira Graham De; *et al.* Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetes. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1105–1123, 2021.

MANGANARIS, George A; GOULAS, Vlasios; VICENTE, Ariel R; *et al.* Berry antioxidants: small fruits providing large benefits: Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 5, p. 825–833, 2014.

MUNIZ, Janaína; KRETZSCHMAR, Aike Anneliese; RUFATO, Leo; *et al.* General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, p. 964–970, 2014.

OLIVEIRA, Amélia Augusta de Lima Ajuricaba. Caracterização agrônômica do camapu (*Physalis angulata* L.), qualidade pós colheita e aproveitamento tecnológico dos frutos. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5339>>. Acesso em: 9 maio. 2023.

RUFATO, Andrea De Rossi; RUFATO, Leo; LIMA, Cláudia Simone Madruga; *et al.* SÉRIE FRUTICULTURA – PEQUENAS FRUTAS. 2013.

Rufato, L.; Rufato, A. R.; Schelemper, C.; Lima, C. S. M.; *et al.* Aspectos técnicos da cultura da *Physalis*. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel. 100p. 2008.

SANTOS, Jiovana Pereira Amorim; SOUZA, Manuela Oliveira De; SOUZA, Josival Santos; *et al.* Production time and container size for Simarouba amara Aubl. seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 29, n. 3, p. e20220030, 2022.

STEŠEVIĆ, Danijela; BUBANJA, Nada. Five new alien species in the flora of Montenegro: *Coreopsis tinctoria* Nutt., *Ipomoea indica* (Burm.) Merr., *Lupinus × regalis* Bergmans, *Physalis angulata* L., and *Solidago canadensis* L. and new possible threats to the biodiversity. **Acta Botanica Croatica**, v. 76, n. 1, p. 98–102, 2017.

VIDAL, Maria de Fátima. Agropecuária: fruticultura. 2023.

ZACCHEO, Paulo Vicente Contador; AGUIAR, Ricardo Sfeir De; STENZEL, Neusa Maria Colauto; *et al.* Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603–607, 2013.

## Capítulo 1

### BIOMETRIA DA MUDA E RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DE *Physalis angulata* L

**RESUMO:** *Physalis angulata* possui frutos ricos em vitaminas A e C, fósforo, ferro e substâncias antioxidantes, enquanto suas folhas e raízes têm fisalinas, de elevado potencial farmacológico. Entretanto, seu cultivo é recente e há carência em conhecimentos técnicos. As características da muda determinam seu vigor e a época de transplante, os quais afetam o desempenho da cultura no campo e, conseqüentemente, a produtividade. Portanto, objetivou-se conhecer a influência da altura e diâmetro do caule da muda na produtividade de *P. angulata*, definindo o padrão para transplante e o tempo de permanência no viveiro. Para obter diferentes características biométricas, *P. angulata* foi semeada a cada quatro dias e as mudas foram transplantadas em 9 de abril de 2022, quando tinham 22, 26, 30, 34 e 38 dias após a semeadura. Foram realizadas análises descritivas das mudas em viveiro com avaliações aos 14, 18, 22, 26, 30, 34 e 38 dias após a semeadura. Para relacionar o desempenho das mudas em campo, nas 300 mudas de diferentes tamanhos transplantadas, foram avaliados a sobrevivência e o número de frutos por planta (< 150; 150 a < 200; 200 a < 250 e  $\geq$  250 frutos). Para plantas mais produtivas ( $\geq$  200 frutos), mudas de *P. angulata* devem permanecer em viveiro por 38 dias após a semeadura, quando apresentarão no mínimo 12,8 cm de altura e 4,2 cm de diâmetro do caule.

**Palavras chaves:** Fisalinas, propriedades farmacológicas, pequenas frutas

## Chapter 1

### SEEDLING BIOMETRICS AND RELATIONSHIP WITH YIELD OF *Physalis angulata* L.

**ABSTRACT:** *Physalis angulata* has fruits rich in vitamins A and C, phosphorus, iron and antioxidant substances, while its leaves and roots have physalins, of high pharmacological potential. However, its cultivation is recent and there is a lack of technical knowledge. Characteristics of the seedling determine its vigor and the time of transplantation, which affect the performance of the crop in the field and, consequently, its yield. Therefore, the objective of this study was to know the influence of seedling height and stem diameter on the yield of *P. angulata*, defining the standard for transplantation and the time of permanence in the nursery. To obtain different biometric characteristics, *P. angulata* was sown every four days and the seedlings were transplanted on April 6, 2022, at 22, 26, 30, 34 and 38 days after sowing. Descriptive analyses of the seedlings in the nursery were performed, with evaluations at 14, 18, 22, 26, 30, 34 and 38 days after sowing. To assess the performance of seedlings in the field, the 300 seedlings of different sizes transplanted were evaluated for survival and number of fruits per plant (< 150; 150 to < 200; 200 to < 250 and  $\geq$  250 fruits). For more productive plants ( $\geq$  200 fruits), *P. angulata* seedlings should remain in the nursery for 38 days after sowing, when they will have at least 12.8 cm in height and 4.2 cm in stem diameter.

**Keywords:** Physalins, pharmacological properties, small fruits

## 1. INTRODUÇÃO

*Physalis*, pertence a família Solanaceae, é um gênero americano de importância para agricultura, o qual inclui 90 espécies (VARGAS-PONCE et al., 2016, REFLORA, 2022). Evidências atuais sugerem que o cultivo de *P. angulata* é recente, há apenas 65 anos, embora seja relatado o consumo de frutos desse gênero desde 5000 AC (VARGAS-PONCE et al., 2016). No Brasil, os principais representantes são as espécies *Physalis angulata* e *Physalis peruviana*.

*P. angulata* é uma espécie herbácea anual distribuída em áreas tropicais e subtropicais em todo o mundo (FERREIRA et al., 2019) e tem frutas ricas em vitaminas A e C, fósforo, ferro e antioxidantes (KUSUMANINGTYAS; LAILY; LIMANDHA, 2015; ABREU et al., 2017; FERREIRA et al., 2019), caracterizando-se como alimento funcional. Como outros pequenos frutos, além do consumo *in natura*, *Physalis* é ótima matéria-prima para o preparo de geleias, sucos, doces em pasta ou cristalizados, tortas e bolos, além de ser utilizada na indústria de polpas, frutas congeladas, iogurtes e sorvetes (RUFATO et al., 2012). Somado ao valor nutricional, espécies do gênero *Physalis* sp. possuem fisalinas, a qual possuem diversas propriedades farmacológicas (SUN et al., 2017a, MEIRA et al., 2021), como antiinflamatória (SUN et al., 2017a, b; LIN et al., 2020), imunossupressora (PINTO et al., 2010; MEIRA et al., 2021), efeito antiparasitário como em *Trypanosoma cruzi* (MEIRA et al., 2013) e ação leishmanicida (GUIMARÃES et al., 2010) e anticancerígena (SUN et al., 2017a; WANG et al., 2018; BOONSOMBAT et al., 2020), conferindo a esta espécie um elevado potencial comercial (VARGAS-PONCE et al., 2015; LEITE et al., 2021). Assim, o cultivo de *Physalis* pode ser uma alternativa para pequenos e médios produtores rurais (ABREU et al., 2017), com os frutos destinados ao mercado *in natura* e agroindústria e as folhas, caule e raízes para a indústria farmacêutica.

Contudo, comum à qualquer espécie em princípio de cultivo, há carência em conhecimentos técnicos. Porém, para atendimento à demanda do mercado crescente, tanto em quantidade quanto em qualidade, são necessários estudos sobre o manejo da cultura.

O estabelecimento de um novo cultivo por mudas é recomendado, uma vez que plântulas provenientes de semeadura direta estão sujeitas a maior estresse pós-emergência. A fim de assegurar população de plantas adequada,

no método de semeadura direta faz-se necessário semear elevada quantidade de sementes e posteriormente realizar o desbaste, operação que demanda alto consumo de mão de obra. Assim, mudas constituem-se em solução para esta questão. Entretanto, apesar da importância farmacológica e alimentícia de *P. angulata*, não foram encontrados estudos relacionados a padrões de qualidade de mudas. A qualidade das mudas é pré-requisito para o bom desempenho no campo (YILMAZ; OZEN; OZEN, 2017; ZHOU et al., 2019) e conhecer a relação entre parâmetros biométricos (altura e diâmetro), que afetam o tempo de permanência no viveiro e o vigor da muda, são importantes para desempenho pós-transplante que influencia a produtividade e até a qualidade dos frutos. Se por um lado a permanência excessiva das mudas no viveiro gera custos adicionais com irrigação, adubação e mão de obra, além do inerente à ocupação da área de produção (FREITAS et al., 2021), por outro lado, a expedição precoce das mudas ao campo pode causar desempenho débil da planta pós-transplante ou até a sua morte (OLIVEIRA et al., 2016).

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi definir critérios de qualidade e o tempo de permanência em viveiro de mudas de *Physalis angulata* L.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do local do experimento**

O experimento teve duas fases, viveiro e campo, realizadas no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAB), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas, Bahia, situado a 39°06'22" W, 12°40'19" S e 220 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima é classificado como Af (clima quente), com temperatura média anual de 24 °C, umidade relativa do ar média anual de 80% e pluviosidade média anual de 1200 mm.

### **2.2 Instalação e condução do experimento**

#### **2.2.1 Fase de viveiro**

As sementes de *P. angulata* foram semeadas em tubetes de 12,5 cm de altura e 2,9 cm de diâmetro interno, que continham 55 cm<sup>3</sup> de substrato Plantmax® e húmus na proporção 7:3. Os tubetes foram dispostos em bancada à altura de 0,80 m, em casa de vegetação, com tela de sombreamento de 50%.

Para obter diferentes características biométricas de mudas de *P. angulata*, foram semeados 250 tubetes a cada quatro dias. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde, com 6 mL de água por tubete, para manter o substrato com saturação de 70%.

As mudas foram transplantadas em 9 de abril de 2022, quando tinham 38, 34, 30, 26 e 22 dias após semeadura em 2, 6, 10, 14 e 18 de março de 2022, respectivamente.

### 2.2.2 Fase de campo

Para relacionar o desempenho das mudas em campo com a altura e o diâmetro no momento da expedição, em 9 de abril de 2022, 300 mudas foram transplantadas para o campo.

Antes do transplante foram coletadas aleatoriamente amostras de solo na camada 0 a 0,20m para análise química do solo (Tabela 1), segundo metodologias descritas por Claessen; Claessen, (1997). Foi realizada aração e gradagem. Foram abertas covas com 0,20 m de diâmetro e 0,20 m de profundidade, espaçadas entre si em 0,8 m na linha e 1,8 m entrelinhas. As covas foram adubadas com 200 gramas de húmus (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental e do húmus utilizado na adubação pós-transplante das mudas de *P. angulata* L.

Atributos químicos	Solo	Húmus
pH (H <sub>2</sub> O)	5,4	7,3
P (mg dm <sup>-3</sup> )	9,6	901,2
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,4	2,0
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	-	-
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,4	5,4
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,0	1,8
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,1	0

H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11.7	2,6
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5.8	9,2
CTC(t) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5.9	9,2
CTC(T) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	17.5	11,8
MO (%)	2.4	2,2
V (%)	33,0	78,0
m (%)	2,0	0,0

P, K+ e Na+ extratores Melich 1 (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> extrator KCl 1M; M.O.= matéria orgânica; C.E.= Condutividade elétrica; SB= soma de bases; V= saturação por bases; CTC= capacidade de troca de cátions.

A irrigação foi realizada mediante um sistema de gotejamento, com as fitas contendo gotejadores com vazão de 1,6 L h<sup>-1</sup>, espaçados a cada 0,30 m. Diariamente, foram aplicados 7 mm de água, sendo metade pela manhã e metade à tarde, com duração vinte minutos cada.

## 2.3 Avaliações realizadas

### 2.3.1 Fase de viveiro

Para as mudas provenientes da semeadura realizada no dia 2 de março de 2022 (a primeira semeadura) foram mensuradas as variáveis altura, diâmetro do caule na região do colo e índice de qualidade de Dickson (IQD), a cada quatro dias a partir de 14 até 38 dias após a semeadura (9 de abril de 2022), quando se deu o transplante para o campo.

Para as medições de altura e diâmetro do colo foram avaliadas, aleatoriamente, 12 mudas por repetição, enquanto para massa seca foram avaliadas duas mudas. Para mensuração do diâmetro do colo foi utilizado paquímetro digital de precisão de 0,1 mm e para a altura utilizou-se régua graduada em mm, considerando o comprimento entre o colo da planta até inserção do último par de folha. O IQD foi calculado conforme proposto por Dickson et al. (1960).

$$IQD = \frac{\text{Massa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura(cm)}}{\text{Diâmetro (mm)}} + \frac{\text{Massa da parte aérea (g)}}{\text{Massa seca das raízes (g)}}$$

Para obtenção da massa seca da parte aérea e de raízes, previamente, as raízes foram lavadas em peneiras de malha com abertura de 500  $\mu\text{m}$  para a remoção do substrato. Parte aérea e raízes foram acondicionadas em sacos de papel separados e colocadas para secar em estufa com circulação de ar à 75°C por 72 horas. As massas foram obtidas em balança com precisão de duas casas decimais.

No dia do transplante, 300 mudas utilizadas aleatoriamente, tiveram a altura e diâmetro do caule medidos para realizar a correlação com o número de frutos por planta.

### 2.3.2 Fase de campo

A partir do décimo dia pós-transplante para o campo, a sobrevivência e o número de frutos por planta foram avaliados a cada sete dias até 70 dias.

## 2.4 Análises estatísticas

### 2.4.1 Fase de viveiro

Para altura, diâmetro do caule e índice de qualidade de Dickson, avaliadas a cada quatro dias, foram usados modelos lineares mistos, utilizando o pacote lme4 (BATES et al., 2022) no software R (R CORE TEAM, 2022), pelo método da máxima verossimilhança residual. Na sequência, foram ajustadas equações de regressão para as variáveis em função do período de avaliação (14 a 38 dias após a semeadura). Foram testados os pressupostos dos modelos ajustados pelo teste de normalidade de resíduo de Shapiro-Wilk, homoscedasticidade de pelo teste de Breusch e Pagan, pela função bptest do pacote lmtest (HOTHORN et al., 2022) e autocorreção residual pelo teste de Durbin-Watson, função durbinWatsonTest, pacote car (FOX, et al., 2022). Quando não atendido os pressupostos, empregou-se o método dos mínimos quadrados generalizados, incorporando aos resíduos o parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1), pela função gnlms do pacote nlme, para modelos não lineares e lme para modelos lineares (PINHEIRO et al., 2022) do software R (R CORE TEAM, 2022).

## 2.4.2 Fase de campo

Para avaliar o número de frutos em resposta ao diâmetro e altura das mudas no momento da expedição, empregou-se análise de regressão por modelos lineares generalizados.

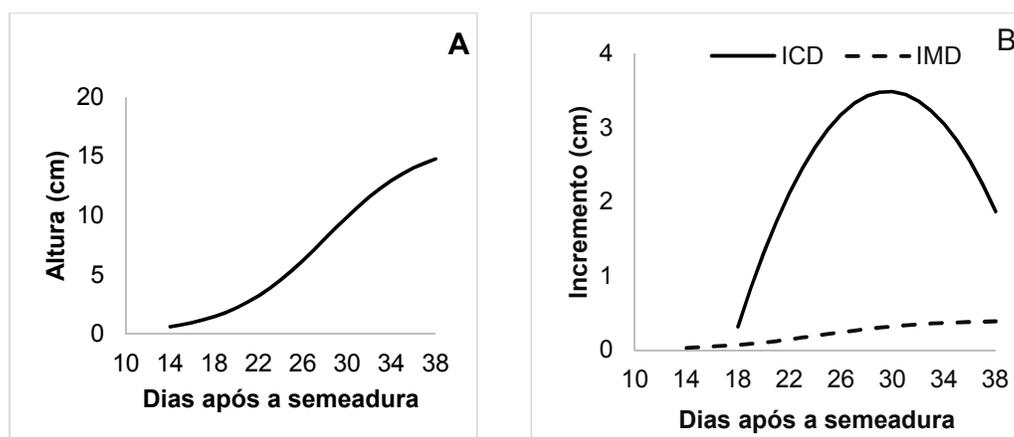
Foram obtidas tabelas de contingência, pela distribuição de frequência do número de plantas por classes de altura, classes diâmetro e por classes do número de frutos por planta. Aplicou-se o teste de Chi-Square para avaliar os dados de distribuição de frequência.

Todas as análises foram realizadas no do software R (R CORE TEAM, 2022).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

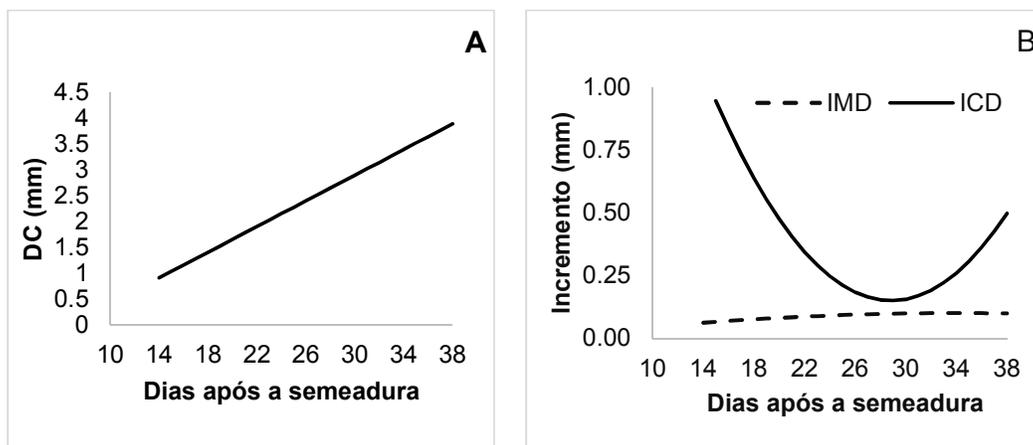
### 3.1 Fase de viveiro

O crescimento em altura adere ao modelo logístico, com estrutura de autocorrelação de primeira ordem (AR1). Aos 28 dias, as mudas atingiram 50% da altura máxima, correspondendo a 8,15 cm (Figura 1A). O diâmetro das mudas teve crescimento linear com máximo diâmetro de 3,9 mm e 50% alcançado aos 22,4 dias após a semeadura (Figura 2A).



$$\begin{aligned} \text{Altura} &= 16.300213 / (1 + \text{EXP}(-0.228778 \cdot (x - 28.117536))) \\ \text{IMD} &= 0.40007 / (1 + \text{EXP}(-0.245342 \cdot (x - 24.299726))) \\ \text{ICD} &= -0.23297x^2 + 1.382171x - 17.0157 \end{aligned}$$

Figura 1. A – Altura, B - Incremento médio diário (IMD) e incremento corrente diário (ICD) em altura de mudas de *P. angulata* L. em função do tempo (dias após a semeadura).



$$DCC = 0.1240711x - 0.8231792$$

$$IMD = 0.000099x^2 + 0.0069237x - 0.011592565$$

$$ICD = 0.0415x^2 - 0.23941x + 0.00415$$

Figura 2: A – Diâmetro do caule na região do colo da muda (DC), B - Incremento médio diário (IMD) e incremento corrente diário (ICD) em DC de mudas de *P. angulata* L. em função do tempo (dias após a semeadura).

O incremento corrente diário em altura aumentou com o período de avaliação até atingir valor máximo aos 30 dias (ponto de máximo = 29,6 dias). O incremento médio diário em altura não interceptou a curva do incremento corrente (Figura 1B). O incremento corrente diário em diâmetro reduziu no período avaliado até atingir valor mínimo aos 29 dias, e o incremento médio diário em diâmetro atingiu valor máximo aos 34 dias (ponto de máximo = 33,8 dias), não ocorrendo interceptação entre as curvas de incremento corrente e médio (Figura 2B).

O critério de intersecção das curvas dos incrementos corrente diário e médio diário para determinação da idade ótima de expedição das mudas foi utilizado para eucalipto (ELOY et al., 2014; MAFIA et al., 2005). Com base nesse critério, por não ter havido intersecção das curvas das mudas de *P. angulata*, tem-se que o tempo máximo de permanência no viveiro, 38 dias, não foi suficiente para estabilização do crescimento das mudas e, portanto, tempos superiores devem ser estudados. No entanto, é importante complementar esta informação com o teste do desempenho das mudas em campo, uma vez que essa prorrogação do tempo de permanência acarreta maior custo de produção da muda, como o uso de insumos agrícolas, irrigação, tempo de mão de obra e

outras medidas necessárias para a manutenção na fase de viveiro (MENDONÇA et al., 2018).

Observa-se nas curvas de incremento em altura e diâmetro (Figuras 1B e 2B), uma evidente alternância do investimento em crescimento. No período inicial de mensuração as mudas investiram em crescimento em altura, e entre 20 e 30 dias, em diâmetro do colo.

Devido ao caule flexível das plantas herbáceas, durante a produção das mudas em ambiente controlado, pode ocorrer estiolamento e tombamento da planta, evento recorrente em plantas da família Solanaceae (BENETT et al., 2014; BRANDÃO FILHO et al., 2018). Entretanto, o estiolamento e tombamento não foram observados na fase de viveiro. A estratégia da planta em intercalar o investimento em crescimento em altura e em diâmetro, observado nesse estudo, favorece o fortalecimento do caule, formando mudas não estioladas e de melhor qualidade.

O índice de qualidade de Dickson aumentou exponencialmente no período de avaliação (Figura 4). Aos 38 dias, o valor máximo de IQD foi de 0,14. Independentemente do manejo e das espécies, quanto maior o IDQ, maior é a qualidade das mudas (COSTA et al., 2011; CALDEIRA et al., 2012). Conforme observado por Melo et al. (2018a), tanto a espécie das mudas quanto o tempo de permanência no viveiro são fatores que afetam o valor do IDQ.

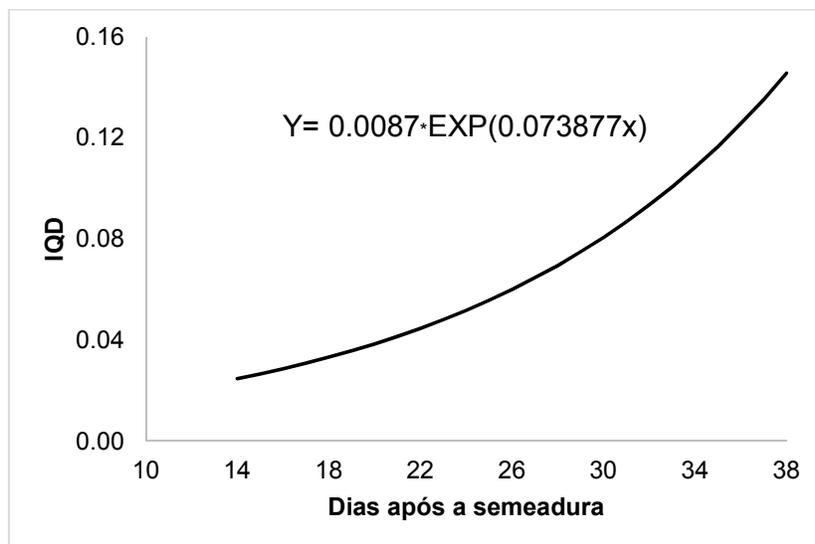


Figura 4. Índice de qualidade de Dickson de mudas de *Physalis angulata* L. em função do tempo de permanência no viveiro (dias após a semeadura).

Na produção de mudas de *P. peruviana*, aos 40 dias após semeadura, Santos et al. (2019) verificaram que o IQD variou de 0,010 a 0,118. Oliveira et al. (2020), que produziram mudas de *P. peruviana* por 56 dias, obtiveram valores de índice de qualidade Dickson entre 0,07 e 0,26.

Para uma indicação segura quanto ao padrão mínimo de qualidade de muda para determinada espécie é necessário testar o desempenho das plantas pós-expedição (SANTOS et al., 2022). Embora as avaliações realizadas em casa de vegetação sejam amplamente utilizadas incluindo a altura, diâmetro do colo, incremento corrente e médio diário, massa seca e fresca da parte aérea e das raízes, bem como o índice de qualidade de Dickson, é necessário realizar estudos relacionados à sobrevivência e produtividade.

### **3.2 Fase de campo**

A sobrevivência das mudas foi muito elevada (96%), do total de 300 mudas morreram apenas oito plantas. Portanto, as características biométricas avaliadas na época do transplante das mudas não influenciou a sobrevivência.

O número de frutos de *P. angulata* aumentou de forma linear em função da altura e do diâmetro das mudas no momento da expedição (Figura 5). A escolha das melhores mudas para o transplante pode ser realizada com base em variáveis de fácil mensuração, como o diâmetro e a altura. Essas medições não são destrutivas e permitem a realização de avaliações antes da expedição em campo e o acompanhamento do desempenho das mudas após o transplante. Isso é apontado por estudos como os de Lima et al. (2019). Assim, por meio dessas variáveis não destrutivas, que permitem o acompanhamento da sobrevivência e da produção em campo, é possível determinar o padrão de qualidade das mudas, com base naquelas capazes de resistirem ao estresse do processo de transplante e, também, resultarem em maior produção.

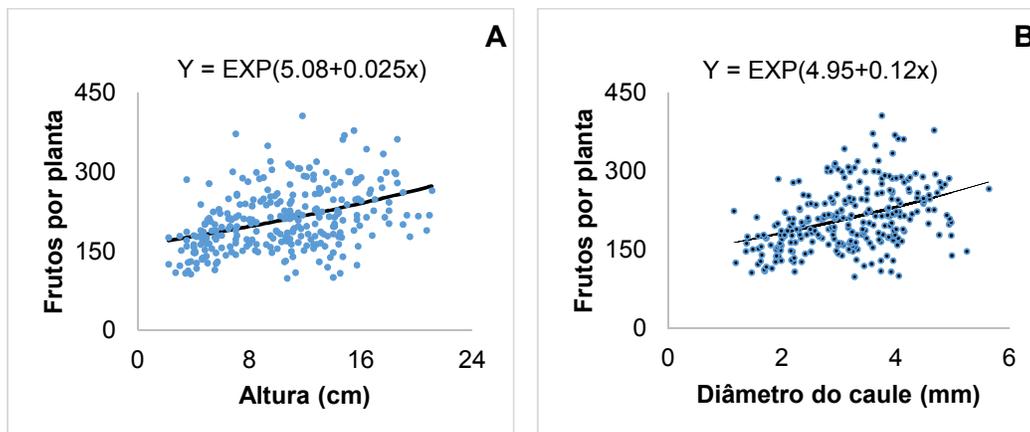


Figura 5. Número de frutos por planta em função da altura e diâmetro do caule de mudas de *P. angulata* L. na época do transplante para o campo.

A distribuição do número de plantas foi dependente da classe de altura e número de frutos por planta (Chi-Square=63,37, p-valor<0,0001). Na classe de maior número de frutos por planta (> 250), a maior contribuição foi das plantas com altura superior a 12,8 cm na época do transplante (Figura 6). A variável altura é uma medida de potencial de desempenho das mudas no campo, pois sua predição pode ser avaliada ao decorrer do ciclo, desde seu crescimento inicial até sua produtividade final (GOMES et al., 2013).

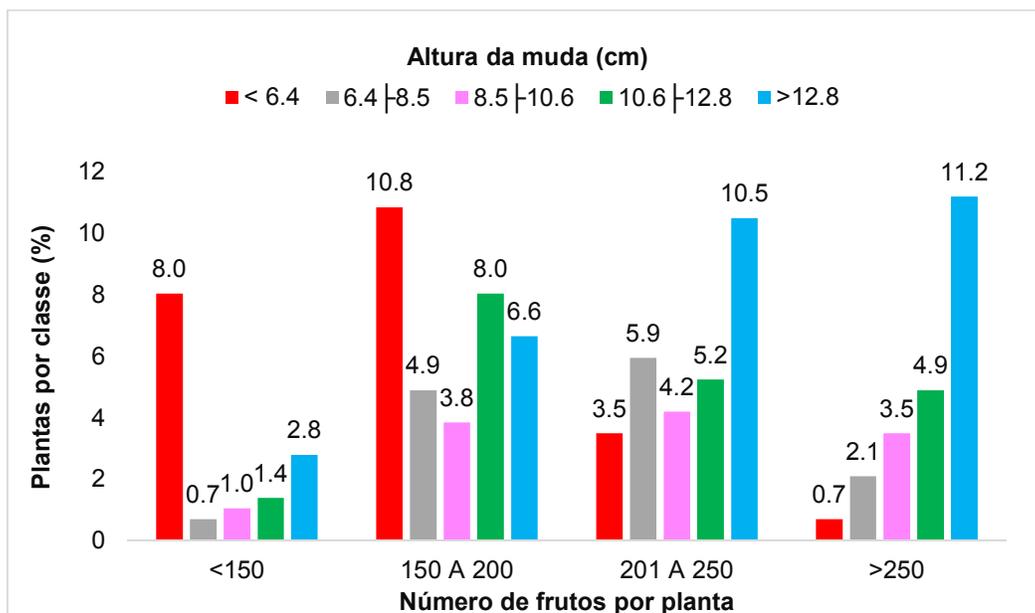


Figura 6. Percentual de plantas de *Physalis angulata* L. em função da altura da muda e do número de frutos colhidos.

Observou-se que as mudas de maior altura resultaram em plantas mais produtivas, caracterizando o maior vigor 91 e 70% das plantas provenientes de mudas com mais de 12,8 cm e que produziram mais de 150 e 200 frutos por planta, respectivamente (Figura 6). Mudas mais vigorosas proporcionaram rápido crescimento e desenvolvimento pós-transplântio, o que melhor atendeu à demanda por fotoassimilados de flores, frutos e sementes (SILVA, 2016; SOLDATELI et al., 2020). Os fatores de produção água, nutrientes, temperatura e luminosidade mostraram não ser limitantes e permitiram a expressão do vigor das mudas na produtividade da *P. angulata*.

Do total de plantas formadas com mudas de altura inferior a 6,4 cm, 35% produziram menos de 150 frutos e 82% produziram menos de 200 frutos por planta. Mudas com 6,4 | 8,5; 8,5 | 10,6 e 10,6 | 12,8 cm de altura tiveram desempenho semelhante e proporcionaram maior percentagem de plantas (média de 70%) com produção entre 150 e 250 frutos (Figura 6). Portanto, mudas de *P. angulata* L. não devem ser transplantadas para campo com altura inferior a 6,4 cm. Mudas de menores alturas têm menor área foliar, menor capacidade fotossintética e raízes menos desenvolvidas com menor eficácia na absorção de nutrientes, o que pode comprometer o desenvolvimento inicial e a produção dos frutos (GOTO; SILVA, 2018; PERIN et al., 2018; DIEHL et al., 2022). No estudo de Rodrigues et al. (2013), foi observado que mudas de *P. peruviana* L. de menores dimensões tiveram baixo desenvolvimento vegetativo em campo e, conseqüentemente, produção de frutos reduzido.

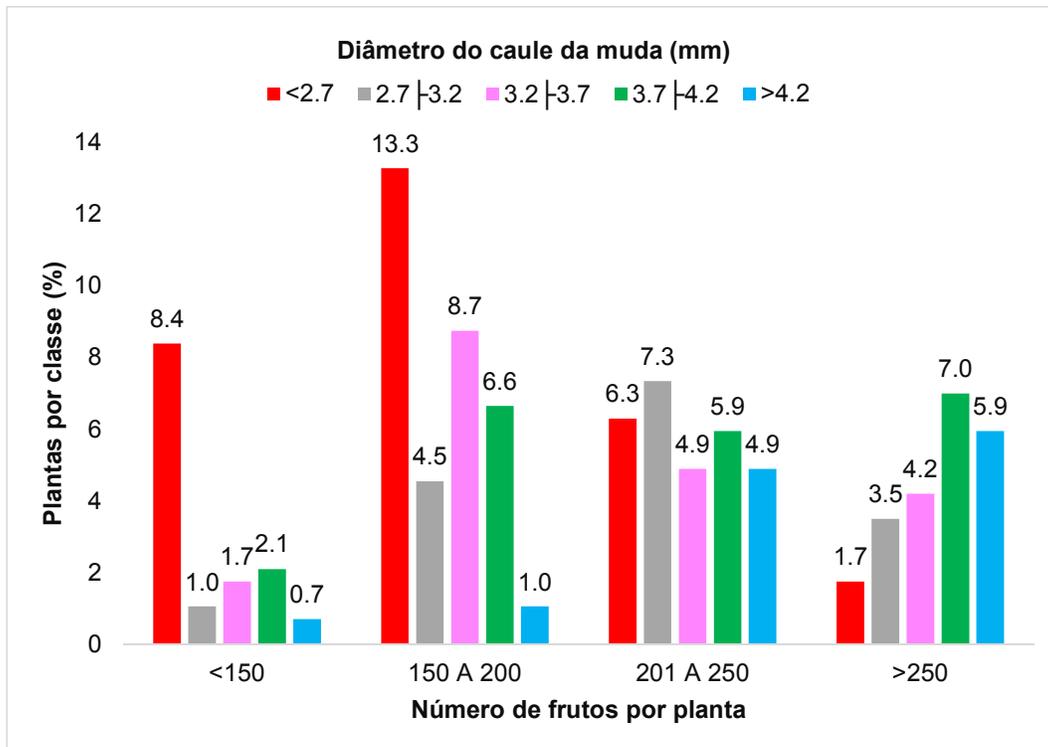


Figura 7. Percentual de plantas de *Physalis angulata* L. em função do diâmetro do caule da muda do número de frutos colhidos.

A distribuição do número de plantas foi dependente da classe de diâmetro e número de frutos por planta (Chi-Square=60,50, p-valor<0.0001). Na classe de maior número de frutos por planta (> 250), a maior contribuição foi da classe de mudas com diâmetro de 3.7 | 4.2 mm. Entretanto, do total de plantas oriundas de mudas com diâmetro igual ou superior a 4,2 mm, 86 e 94% apresentaram produtividades superiores a 200 e 150 frutos por planta, respectivamente. Enquanto do total de plantas provenientes de mudas com diâmetro de 3.7 | 4.2 mm, menos plantas, 60 e 90%, alcançaram as mesmas produtividades (Figura 7). Os resultados concordam com Gomes et al. (2013) e Santos et al. (2016), que afirmam que maior diâmetro do coleto indica melhor desenvolvimento da parte aérea e da raiz. O diâmetro do colo afeta a eficiência do transporte de água e nutrientes via xilema. O mesmo autor afirma que plantas com diâmetros maiores possuem um sistema vascular mais eficiente, permitindo uma maior absorção de água e nutrientes do solo, além de garantir maior sustentação para a planta (ZIMMERMANN, 2013).

Portanto, diante dos resultados observados para altura e diâmetro, ainda que houve menor percentagem do total de plantas com diâmetro de 4,2 mm na

classe de maior produtividade (7%) que com diâmetro de 3.7 |4.2 mm, ao se considerar as duas maiores classes, mudas de *P. angulata* com maior crescimento em altura e diâmetro do caule proporcionaram maiores produtividades.

Com base nas equações de crescimento da muda em altura (Figura 1A) e diâmetro (Figura 2A), se fez necessário que a muda permanecesse no viveiro por 38 dias a fim de proporcionar maiores altura (16,3 cm) e diâmetro (4,2 mm), proporcionando plantas mais produtivas. Os resultados obtidos proporcionaram muda com maiores altura e diâmetro que o obtido por Melo et al. (2020), que conduziram um estudo para avaliar substratos para produção de mudas de *P. peruviana*, e com 47 dias de viveiro obtiveram mudas com altura média de 7,38 cm e diâmetro médio de 2,24 mm.

A definição de padrões de qualidade de mudas com base em variáveis de fácil mensuração é uma informação útil para o manejo das culturas agrícolas. Dessa forma, é fundamental que os produtores estejam atentos a estes fatores para que as mudas selecionadas sejam capazes de garantir um bom retorno econômico e produtivo.

#### 4. CONCLUSÃO

Para maximizar a produção de frutos de *P. angulata*, as mudas devem ser transplantadas com altura igual ou maior que 12,8 cm e diâmetro do colo igual ou maior que 4,2 mm, para o qual foi necessário permanecer no viveiro por 38 dias após a semeadura.

#### 5. REFERENCIAS

ABREU, Claudia Brito; DE SOUZA, Manuela Oliveira; MIRANDA, Fabrício Mendes; *et al.* Growth and Evaluation of Phenolic Compounds in *Physalis angulata* L. at Two Different Periods in the Bahia Reconcavo, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 10, p. 145, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n10p145>.

BATES, D. M., MAECHLER, M., BOLKER, B. M., *et al.* Package 'lme4' Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4, 2022. Acesso em: 25/09/2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf>.

BENETT, Katiane Santiago Silva; BENETT, Cleiton Gredson Sabin; SELEGUINI, Alexander; *et al.* Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. 2014.

BOONSOMBAT, Jutatip; CHAWENGRUM, Pornsuda; MAHIDOL, Chulabhorn; *et al.* A new 22, 26- seco physalin steroid from *Physalis angulata*. **Natural Product Research**, v. 34, n. 8, p. 1097–1104, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1550766>.

BRANDÃO FILHO, José Usan Torres; FREITAS, Paulo Sérgio Lourenço De; BERIAN, Luís Otávio Saggion; *et al.* (Orgs.). **Hortaliças-fruto**. [s.l.]: EDUEM, 2018. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bv3jx>>. Acesso em: 31 maio 2023.

**Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network - - 2022 - TAXON - Wiley Online Library**. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tax.12640>>. Acesso em: 30 maio. 2023.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler; DELARMEINA, William Macedo; LÜBE, Sara Güttler; *et al.* Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. FLORESTA, v. 42, n. 1, p. 77, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v42i1.26302>.

CLAESSEN, M. E. C., & CLAESSEN, M. E. C. (1997) **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 199.

COSTA, Edilson; DURANTE, Lucas Gustavo Yock; NAGEL, Pedro Luiz; *et al.* Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017–1025, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400026>.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1 mar. 1960. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>.

DIEL, Maria Inês; LÚCIO, Alessandro Dal'Col; TARTAGLIA, Francieli De Lima; *et al.* New insights on the influence of the quality of tomato seedlings on production of fruits cultivated in substrates. **Ciência Rural**, v. 52, n. 12, p. e20210428, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210428>.

ELOY, Elder; CARON, Braulio Otomar; TREVISAN, Rômulo; *et al.* Determinação do período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em casa de vegetação. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 44–50, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v5i1.270>.

FERREIRA, L. M. S. L.; VALE, A. E.; SOUZA, A. J.; *et al.* Anatomical and phytochemical characterization of *Physalis angulata* L.: A plant with therapeutic potential. **Pharmacognosy Research**, v. 11, p. 171, 2019.

FOX, J. et al. car: Companion to Applied Regression. , 30 mar. 2023. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/car/index.html>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FREITAS, Teresa Aparecida Soares De; LOPES, Emile Caroline Silva; ARAUJO, Jamille Ferreira Graham De; *et al.* Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetes. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1105–1123, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509829783>.

GOMES, Daniele Rodrigues; CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler; DELARMELINA, William Macedo; *et al.* Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **CERNE**, v. 19, p. 123–131, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100015>.

GOTO, SILVA (Org.). **Hortalças-fruto**. [s.l.]: EDUEM, 2018. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bv3jx>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

GUIMARÃES, Elisalva T.; LIMA, Milena S.; SANTOS, Luana A.; *et al.* Effects of seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., Solanaceae, on the viability of *Leishmania* sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 945–949, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000036>.

HOTHORN, T., ZEILEIS, A., FAREBROTHER, R.W., *et al.* Package ‘lmtest’ Testing Linear Regression Models, 2022. Acesso em: 20/11/2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/lmtest/lmtest.pdf>.

KUSUMANINGTYAS, RetnoWindya; LAILY, Noer; LIMANDHA, Putri. Potential of Ciplukan (*Physalis Angulata* L.) as Source of Functional Ingredient. **Procedia Chemistry**, v. 14, p. 367–372, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.050>.

LEITE, Romeu; NASCIMENTO, Marilza Neves do; TRINDADE, Daniele de Brito; *et al.* Nitric oxide improves gas exchange and growth in “*Physalis angulata*” plants under water deficit. **Australian Journal of Crop Science**, 2021. Disponível em: <<https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.282619240480695>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

LIMA, Stefany Lorryny; COUTO, Charlismilã Amorim do; SOUZA, Eli Regina Barboza de; *et al.* Qualidade de mudas de olerícolas baseada em parâmetros de crescimento e influência de biochar. **Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 1, p. 80–90, 2019. DOI: <https://doi.org/10.37951/2595-6906.2019v3i1.3061>.

MAFIA, Reginaldo Gonçalves; ALFENAS, Acelino Couto; SIQUEIRA, Leandro De; *et al.* Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 947–953, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600014>.

MEIRA, Cássio Santana; SOARES, José Waldson Capinan; DOS REIS, Bruna Padilha Zurita Claro; *et al.* Therapeutic Applications of Physalins: Powerful Natural Weapons. **Frontiers in Pharmacology**, v. 13, p. 864714, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.864714>.

MELO, Aniela Pilar Campos De; FERNANDES, Paulo Marçal; SILVA-NETO, Carlos De Melo E; *et al.* Substrates and organic sources for *Physalis peruviana* L. seedling production. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 14, n. 3, p. 314–323, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i3.8825>.

MELO, Lucas Amaral De; ABREU, Alan Henrique Marques De; LELES, Paulo Sérgio Dos Santos; *et al.* qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47–55, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509831574>.

MENDONÇA, A. V. R.; SOUZA, J. S. Bases para a definição de protocolos para propagação de espécies das áreas de proteção ambiental (APA): Lago da Pedra do Cavalo e Joanes Ipitanga, Bahia. In: MENDONÇA, Andrea Vita Reis, SOUZA, Josival Santos, SOUZA, Manuela Oliveira de, *et al.*(Orgs.). **Propagação de espécies florestais nativas da Bahia: uma contribuição para conservação das APAs de Joanes-Ipitanga e Lago Pedra do Cavalo**. Cruz das Almas: editora UFRB, 2018. p. 9-92.

OLIVEIRA, Jeniffer Ribeiro De; SANTOS, Mayara Nascimento; SOUZA, Joabe Martins De; *et al.* Initial Growth of *Physalis peruviana* L. Seedlings on Different Substrates. **International Journal of Plant & Soil Science**, p. 1–7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.9734/ijpss/2020/v32i830310>.

OLIVEIRA, Maria Cristina de; OGATA, Roberto Shojirou; DE ANDRADE, Geovane Alves. *Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado*. 2016.

PERIN, Lais; PEIL, Roberta Marins Nogueira; HÖHN, Daniela; *et al.* Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 34992, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.34992>.

PINHEIRO, J. Package ‘nlme’ Linear and Nonlinear Mixed Effects Models, 2022. Acesso em: 01/02/2023. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/nlme/nlme.pdf>.

R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 08 Setembro 2022).

RODRIGUES, Filipe Almendagna; SOARES, Joyce Dória Rodrigues; SILVA, Renata Alves Lara; *et al.* Caracterização fenológica E produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. **Biosci. J.**, v. 29, n. 6, 2013.

RUFATO, Andrea De Rossi; RUFATO, Leo; LIMA, Cláudia Simone Madruga; *et al.* SÉRIE FRUTICULTURA – PEQUENAS FRUTAS. 2012.

SANTOS, Ana Maria Maciel Dos; SILVA, Maria Amélia De Oliveira; SÁ, Daniele Alves De; *et al.* Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate e berinjela. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 2, p. 206–212, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i2.7888>.

SANTOS, Sandy Thomaz Dos; DE OLIVEIRA, Francisco De Assis; DE MEDEIROS COSTA, Jessilanne Plínia Barbosa; *et al.* Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 10, n. 4, p. 326, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3096>.

SILVA, Natalina Souza. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hormen em diferentes condições de luminosidade. 2016. (Dissertação de mestrado).

SOLDATELI, Francis Junior; BATISTA, Carine Borges; GODOY, Filipe; *et al.* Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja utilizando substratos de base ecológica. **COLLOQUIUM AGRARIAE**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n1.a342>.

SUN, Cheng-Peng; OPPONG, Mahmood Brobbey; ZHAO, Feng; *et al.* Unprecedented 22,26-seco physalins from *Physalis angulata* and their anti-inflammatory potential. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 15, n. 41, p. 8700–8704, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1039/C7OB02205K>.

SUN, Cheng-Peng; QIU, Chong-Yue; ZHAO, Feng; *et al.* Physalins V-IX, 16,24-cyclo-13,14-seco withanolides from *Physalis angulata* and their antiproliferative and anti-inflammatory activities. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 4057, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03849-9>.

VARGAS-PONCE, O. Potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*Physalis* spp.) DE MÉXICO. **Agro Productividad**, v. 8, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://www.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/633>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

VARGAS-PONCE, Ofelia; SÁNCHEZ MARTÍNEZ, José; ZAMORA TAVARES, María Del Pilar; *et al.* Traditional management of a small-scale crop of *Physalis angulata* in Western Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 63, n. 8, p. 1383–1395, 2016. DOI: [10.1007/s10722-015-0326-3](https://doi.org/10.1007/s10722-015-0326-3).

WANG, Anqi; WANG, Shengpeng; ZHOU, Fayang; *et al.* Physalin B induces cell cycle arrest and triggers apoptosis in breast cancer cells through modulating p53-dependent apoptotic pathway. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 101, p. 334–341, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.02.094>.

YILMAZ, Erdem; OZEN, Nil; OZEN, Melahat Ozge. Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different soilless growing media. 2017.

ZHOU, Tian-mei; WU, Zhen; WANG, Ya-chen; *et al.* Modelling seedling development using thermal effectiveness and photosynthetically active radiation. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 18, n. 11, p. 2521–2533, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62671-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62671-7).

ZIMMERMANN, M. H. **Xylem Structure and the Ascent of Sap**. [s.l.]: Springer Science & Business Media, 2013.

## Capítulo 2

### CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE *Physalis angulata* L. EM RESPOSTA AO TEMPO DE PERMANÊNCIA DAS MUDAS NO VIVEIRO

**RESUMO:** A espécie *P. angulata*, pertencente à família Solanaceae, apresenta potencial crescimento no mercado de pequenas frutas e indústria farmacológica. A produção de mudas é um processo fundamental de qualquer cultura agrícola e o período de viveiro está intrinsecamente relacionada à qualidade das mudas e o desempenho produtivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de formação das mudas no desenvolvimento e na produção de frutos de *P. angulata*. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, constituído de cinco períodos de permanência das mudas no viveiro (38, 34, 30, 26, 22 dias), cada tratamento com cinco repetições contendo 12 plantas cada repetição. Após o transplante, as plantas foram avaliadas semanalmente até 70 dias quanto à sobrevivência, altura, diâmetro do colo, número de frutos e produtividade. O tempo de permanência da muda no viveiro influenciou a altura e o diâmetro até 21 dias no campo. O estabelecimento inicial avaliado com base no crescimento em altura até 14 dias tem potencial como indicador da produção final de frutos de *P. angulata*. Mudas que permaneceram no viveiro por 38 dias resultaram em maior produção de frutos em relação àquelas de menores idades.

**Palavras chaves:** Propagação, desempenho em campo, camapu

## Chapter 2

### **GROWTH AND PRODUCTION OF *Physalis angulata* L. IN RESPONSE TO THE TIME OF PERMANENCE OF SEEDLINGS IN THE NURSERY**

**ABSTRACT:** The species *P. angulata*, belonging to the Solanaceae family, shows potential growth in the small fruit market and pharmaceutical industry. Seedling production is a fundamental process for any agricultural crop, and nursery time is intrinsically related to seedling quality and production performance. The objective of this study was to evaluate the influence of seedling formation time on the development and fruit production of *P. angulata*. The experiment was carried out in a completely randomized design, consisting of five periods of permanence of the seedlings in the nursery (38, 34, 30, 26 and 22 days), each treatment with five replicates containing 12 plants each. After transplanting, the plants were evaluated weekly for 70 days for survival, height, stem diameter, number of fruits and yield. The time of permanence of the seedlings in the nursery influenced their height and diameter for 21 days in the field. Initial establishment evaluated based on growth in height until the 14<sup>th</sup> day has potential as an indicator of the final fruit production of *P. angulata*. Seedlings that remained in the nursery for 38 days resulted in higher fruit production compared to those of younger ages.

**Keywords:** Propagation, field performance, camapu

## 1. INTRODUÇÃO

Na Bahia, a fruticultura é um dos setores agrícolas mais importantes do estado, principalmente quando se trata da produção e exportação de frutas tropicais, como mamão, coco, manga, citros, banana, uva e limão. O estado ocupa a segunda posição no país em termos de exportação de frutas *in natura*, com área de 664,4 mil hectares e produção estimada de 3,2 milhões de toneladas por ano (SEAGRI, 2023).

O setor da fruticultura brasileira vem apresentando aumento significativo na oferta de frutas exóticas, as quais são aquelas introduzidas de outros países, de sabores peculiares, coloração e manejos distintos das frutas nativas do país (WATANABE; OLIVEIRA, 2014).

*P. angulata* L., também conhecida como camapu, joá-de-capote ou juá, é uma espécie de planta da família Solanaceae, que se destaca por suas potencialidades comerciais tanto na culinária quanto na farmacologia (SAAVEDRA et al., 2019; REFLORA, 2022). Na culinária, os frutos da *P. angulata* são consumidos *in natura*, adicionados em saladas e pratos diversos, sendo frequentemente utilizada para dar um toque de sofisticação e originalidade na decoração de pratos (RUFATO et al., 2013; TANAN; NASCIMENTO; LEITE, 2018).

Camapu é conhecida por suas ações diurética, laxante, antifúngica (RAMAKRISHNA PILLAI et al., 2022), anti-inflamatória (RIVERA et al., 2018; TUAN ANH et al., 2020) e antitumoral (SHARMA et al., 2015). Substâncias presentes na planta, como alcaloides, flavonoides e ácidos fenólicos, lhe conferem propriedades terapêuticas (ETZBACH; PFEI, 2018), caracterizando alto potencial econômico e motivado a inserção do cultivo desta espécie na região do Recôncavo da Bahia.

O método de propagação de espécies introduzidas, é realizada por meio de semeadura direta, entretanto este método pode causar germinação lenta e desuniforme da cultura em campo. Esse problema ocorre quando as plantas cultivadas possuem idades e ciclos produtivos diferentes, o que pode prejudicar a produção total da cultura. Por exemplo, plantas mais velhas podem competir por água, nutrientes e luz solar com as plantas mais novas, resultando em um

crescimento desigual e diminuição na produtividade da cultura. Além disso, o fato de exigir colheitas parceladas resulta no aumento dos custos de produção (NASCIMENTO, 2011).

A produção de mudas é um processo fundamental na agricultura, especialmente quando se trata de espécies frutíferas. O tempo de permanência das mudas no viveiro deve ser cuidadosamente planejado com eficiência dos gastos no viveiro, levando-se em consideração o período necessário para atingirem o estágio ideal de desenvolvimento (FREITAS et al., 2021). A muda que permanece por um tempo adequado no viveiro possui sistema radicular bem desenvolvido, capaz de explorar o solo e absorver nutrientes de forma eficiente (SALATA et al., 2011). Isso influencia diretamente no crescimento vigoroso da planta e, conseqüentemente, na produção de frutos.

Mesmo mostrando-se uma cultura de fácil adaptação, as informações sobre a produção e manejo ainda são consideradas escassas, o que pode ser visto como um fator limitante ao seu cultivo (OLIVEIRA et al., 2023). As decisões tomadas no momento do plantio são muito importantes, pois influenciam muito na produtividade da cultura (MUNIZ et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de formação das mudas no desenvolvimento e na produção de frutos de *P. angulata* L. no município de Cruz das Almas, Ba.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Fase viveiro**

As mudas de *P. angulata* utilizadas neste experimento foram produzidas em casa de vegetação, no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no centro de Ciências Agrárias e Biológicas, localizado no município de Cruz das Almas, Bahia.

As sementes de *P. angulata*, foram semeadas diretamente no recipiente de dimensão de 55 cm<sup>3</sup> (12,5 cm x 2,9 cm), com diferentes datas de semeadura: 2, 6, 10, 14 e 18 de março de 2022 e permaneceram no viveiro por 38, 34, 30, 26 e 22 dias, respectivamente, quando foram transplantadas em 10 de abril de 2022.

## 2.2 Fase de campo

O transplante das mudas foi realizado em 10 de abril e a última colheita ocorreu em 21 junho de 2022, na fazenda experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus Cruz das Almas-Bahia. O solo é classificado como Latossolo Amarelo coeso, relevo plano, textura média (RODRIGUES et al., 2009). As pluviosidades nos meses de abril, maio e junho foram 313,9; 83,6; 93,9 mm, respectivamente (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET, 2022) (Figura 1).

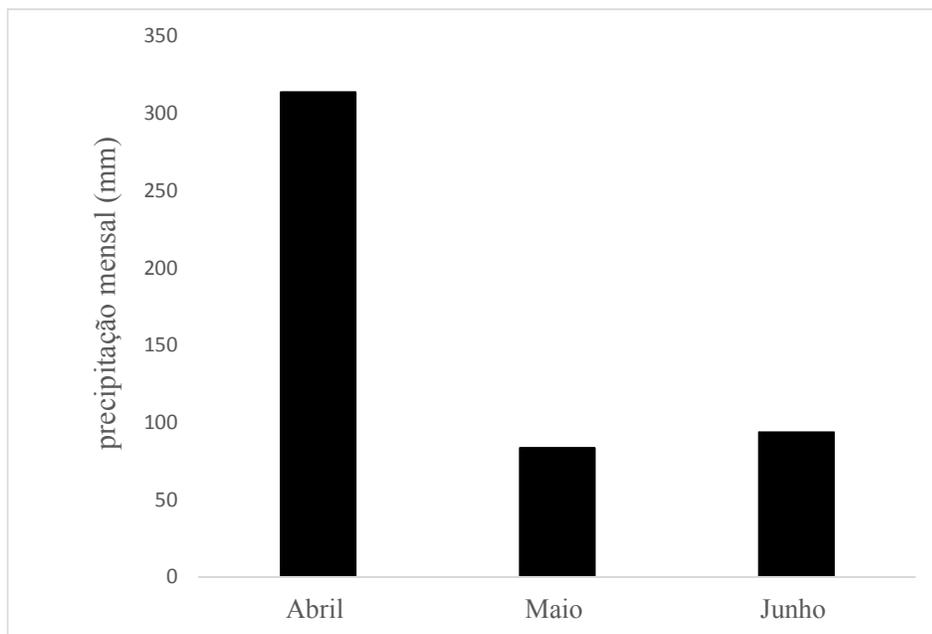


Figura 1: Precipitação mensal de Cruz das Almas, Brasil, estação OMM:83222 do período de 09/04/2022 a 18/06/2022 (INMET, 2022).

O experimento foi empregado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído dos cinco períodos de permanência das mudas no viveiro (22, 26, 30, 34, 38 dias), cada tratamento com cinco repetições, contendo 12 plantas cada repetição.

Foi realizado o preparo da área de plantio com aração e gradagem, e posteriormente foi utilizado cavador manual para abertura das covas (20 x 30 cm), com espaçamento de 0,8 m entre plantas na linha e 1,8 m nas entrelinhas. A adubação foi realizada por cova, com 200 gramas de húmus (esterco bovino curtido). A caracterização química do substrato encontra-se na tabela 1.

As plantas foram irrigadas por gotejamento, pela manhã e tarde, conforme necessidade hídrica da cultura. Foi realizado tratamentos culturais como combate a formigas cortadeiras (rondas semanais) e capinas quinzenais. Na transferência das mudas para campo foram avaliadas a altura utilizando uma régua graduada em mm, diâmetro com um paquímetro digital. Semanalmente até a quarta semana após o plantio, foi avaliada a sobrevivência das mudas.

Tabela 1- Análise química do solo e do substrato húmus (esterco bovino) utilizado no cultivo de *P. angulata*, Cruz das Almas, BA, Brasil.

Atributos químico	Solo	Húmus
pH (H <sub>2</sub> O)	5,4	7,3
P (mg dm <sup>-3</sup> )	9,6	901,2
K (mg dm <sup>-3</sup> )	545,4	782,0
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	-	-
Ca <sup>2+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,4	5,4
Mg <sup>2+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1	1,8
Al <sup>3+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,1	0
H+Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	11,7	2,6
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5,8	9,2
CTC(t) (cmolc dm <sup>-3</sup> )	5,9	9,2
CTC(T) (cmolc dm <sup>-3</sup> )	17,5	11,8
MO (%)	2,4	2,2
V (%)	33	78
m (%)	2	0

P, K+ e Na+ extratores Melich 1 (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> extrator KCl 1M; M.O.= matéria orgânica; C.E.= Condutividade elétrica; SB= soma de bases; V= saturação por bases; CTC= capacidade de troca de cátions.

A contagem dos frutos por planta foi iniciada no dia 17 de Abril de 2022, contabilizado a presença dos frutos por planta, As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 dias após o transplante.

Para avaliação de produtividade (kg de frutos maduros, foram realizadas três períodos de colheitas não equidistantes, em cada tratamento por repetição, entre os dias 15/05, 30/05 e 21/6 de 2022. Os frutos maduros foram colhidos com base em sua aparência visual, que inclui a presença de cálice seco ao redor dos frutos. Foi quantificado a produção total dos frutos colhidos por tratamentos. Para estimar a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), considerou-se a densidade de 6944

plantas por hectare e mensurou-se o peso de 60 frutos por tratamento, utilizando balança analítica com precisão de 0.001g.

## 2.3 Análise de dados

### 2.3.01 Crescimento vegetativo das plantas e produção de frutos

Para as características provenientes de medidas repetidas, tais como: altura, diâmetro e número de frutos por parcela empregaram-se modelos lineares mistos, utilizando o pacote lme4 (BATES et al., 2022) no software R (R CORE TEAM, 2022), pelo método da máxima verossimilhança residual. Para a análise das estruturas dos efeitos fixos e aleatórios foram utilizados seis modelos (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo dos modelos estudados com estruturas de efeitos fixos e aleatórios para variáveis crescimento em altura, diâmetro e números de frutos.

Modelos	Efeitos fixos	Efeitos aleatórios
M1	Idade, Tempo e Interação: Idade x Tempo	Tempo
M2	Idade, Tempo e Interação: Idade x Tempo	Parcela
M6	Idade, Tempo e Interação: Idade x Tempo	Tempo e Parcela
M3	Idade e Tempo	Tempo
M4	Idade e Tempo	Parcela
M5	Idade e Tempo	Tempo e Parcela

Após definidos os modelos de verificação da significância dos fatores de influência sobre as variáveis respostas, utilizando os critérios de AKAIKE (Critério de Informação Akaike - AIC) e bayesiano de Schwarz (Critério de Informação Bayesian - BIC), foram ajustadas equações de regressão para estudo do comportamento das variáveis em função ao tempo de permanência no viveiro e períodos de avaliações. Foram utilizados diferentes métodos de ajuste dos modelos de regressão a depender dos resultados das interações e natureza dos dados.

Para o ajuste das curvas de crescimento foram testados os modelos Logístico e Gompertz (PEREIRA et al., 2016) e empregou-se o método de mínimos quadrados e procedimentos iterativo Gaus-Newton, utilizando a função nls do software R (R CORE TEAM, 2022). Foram testados os

pressupostos dos modelos pelo teste de normalidade de resíduo de Shapiro-Wilk, homoscedasticidade de pelo teste de Breusch e Pagan, pela função bptest do pacote lmtest (HOTHORN et al., 2022) e autocorreção residual pelo teste de Durbin-Watson, função durbinWatsonTest, pacote car (FOX, et al., 2022). Quando não atendido os pressupostos, empregou-se o método dos mínimos quadrados generalizados, incorporando aos resíduos parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1), utilizando. Função gnl do pacote nlme (PINHEIRO et al., 2022) do software R (R CORE TEAM, 2022). Os critérios AIC e BIC foram empregados para auxiliar na escolha das equações ajustadas, quanto menor os valores desses critérios mais adequado é o ajuste.

a) Modelo Logístico ajustado (PEREIRA, et al., 2016)

$$Y = \frac{a}{1 + \exp(-b(t - c))}$$

Sendo que:

Y= Variável dependente (Altura, Diâmetro do colo); T= Tempo; X= valor da variável independente; Exp= base do logaritmo neperiano; a = assíntota superior; b = Índice de Crescimento; c = Ponto de inflexão (tempo necessário para atingir 50% da variável máximo)

b) Modelo Gompertz ajustado (PEREIRA, et al., 2016)

$$Y = a * \exp(- \exp(-b(t - c)))$$

Sendo que:

Y= Variável dependente (Altura, Diâmetro do colo); T= Tempo; X= valor da variável independente; Exp= base do logaritmo neperiano; a = assíntota superior; b = Índice de Crescimento; c = Ponto de inflexão (tempo necessário para atingir 34% da variável máximo)

Foi avaliado o efeito da idade na produtividade, com base no peso médio dos frutos e número total de frutos por parcela. Empregou-se análise de variância e regressão.

### 2.3.02 Sobrevivência das mudas pós-transplante

Para verificar o efeito do período de permanência no viveiro sobre a sobrevivência em campo, empregou-se modelos lineares generalizados (MGL). As inferências da análise da deviance (ANODEV), com distribuição binomial e função de ligação logit, foram baseadas na estatística Chi-Square. Construiu-se, para cada tratamento, o intervalo de confiança pelo método de Bayes, utilizando a função `binom.confint` do pacote `binom` (DORAI-RAJ, 2022) do software R (R CORE TEAM, 2022).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Sobrevivência das mudas pós-transplante

A sobrevivência das mudas não foi influenciada pela idade das mudas ( $p$ -valor=0,24) (Tabela 3). A porcentagem de sobrevivência foi semelhante entre as idades das mudas.

Tabela 3: Análise e desvio para sobrevivência de mudas de *P. angulata* L., aos 70 dias após plantio no campo, em resposta ao período de expedição, por Modelos Lineares Generalizados (ANODEV).

Fonte variação	GL	GLD	Deviance	Residual deviance	p-valor
Nulo		24		20.474	
Idade	1	23	1.3956	19.078	0.2375

A sobrevivência das mudas de *P. angulata*, produzidas foi acima de 90% para todos os tratamentos em estudo (Tabela 4). A sobrevivência em campo é a variável mais importante na avaliação da qualidade das mudas, sendo também fundamental na escolha dos fatores de produção mais adequados (SANTOS et al., 2022). A alta taxa de sobrevivência das plantas, independentemente de sua

idade nesse estudo, oferece aos produtores maior flexibilidade no momento do plantio. Essa flexibilidade permite que os agricultores planejem e executem seus plantios de acordo com suas necessidades e condições favoráveis, como clima adequado, disponibilidade de mão-de-obra e recursos financeiros.

A elevada sobrevivência das mudas de *P. angulata* foi favorecida pela realização do plantio no período chuvoso. A espécie em estudo tem preferência por solos úmidos e, geralmente, é cultivada em regiões tropicais e subtropicais que contribuem de maneira favorável para o cultivo e resistência da espécie em campo (LANDRUM et al., 2013; ABREU et al., 2017; CABREIRA et al., 2019).

Tabela 4: Sobrevivência das mudas de *P. angulata* L., aos 70 dias após plantio no campo, em resposta ao tempo de viveiro.

Período de permanência no viveiro	Sobrevivência (%)
22	94.3 ± 5.3
26	95.5 ± 3.2
30	99.2 ± 1.6
34	95.5 ± 3.2
38	95.5 ± 3.2

### 3.2 Crescimento das plantas e produção de frutos

Para altura, diâmetro ao nível do solo e número de frutos foi selecionado o modelo 1, com menor AIC e BIC (Tabela 5). A interação entre o tempo de viveiro (Idade da muda) e época de avaliação (Tempo pós-transplante) foi significativa para todas as variáveis estudadas, ao nível de 0,01% de significância (p-valor < 0,0001) (Tabela 6).

Tabela 5: Valores de AIC e AIB para os modelos mistos ajustados.

Modelo	Altura		Diâmetro		Número de frutos	
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
M1	1475.6	1497.3	808.15	829.85	2555.3	2575.1
M2	1636.6	1658.3	962.72	984.42	2681.2	2701
M6	1628.2	1657.1	950.87	976.19	2689	2712.1
M3	1513.4	1531.5	868.93	887.01	2565.8	2582.3
M4	1657	1675	996.92	1015	2685	2701.5
M5	1638.6	1658.3	938.44	967.37	2685.2	2711.6

Tabela 6: Significância da análise de variância para a altura, diâmetro do colo e número de frutos de *P. angulata* dos modelos mistos selecionados.

	Altura		Diâmetro		Número de frutos	
	F <sub>calculado</sub>	p-valor	F <sub>calculado</sub>	p-valor	F <sub>calculado</sub>	p-valor
Idade (I)	88.3	<0.0001	49.98	<0.0001	2.29	0.13
Tempo (T)	310.5	<0.0001	282.15	<0.0001	0.36	0.55
Idade x Tempo	42.7	<0.0001	70.33	<0.0001	12.79	0.0004

O tempo de viveiro influenciou o crescimento em altura até 21 dias após o plantio em campo. Aos 7 dias, após o plantio, observou-se aumento linear da altura da planta em resposta à medida que maior foi o tempo de permanência das mudas no viveiro. Mudas de maior idade sofrem menos estresse com o transplante em campo que mudas mais jovens (PINCHOT et al., 2018; GROSSNICKLE; MACDONALD, 2018). Aos 14 dias, a resposta da altura em função da idade das mudas foi conforme o modelo Log-Log. Aos 21 dias após o plantio, as mudas atingiram máxima altura quanto mantidas por 35 dias no viveiro, conforme ajuste do modelo quadrático (Figura 2). Esse resultado sugere que existe um ponto ótimo de tempo de permanência no viveiro para maximizar o crescimento inicial. Isso pode indicar que mudas mantidas por um período muito curto no viveiro pode não estar recebendo nutrientes e/ou desenvolvendo adequadamente suas raízes, enquanto mudas mantidas por um período muito longo podem apresentar crescimento excessivo e menos vigoroso quando transplantadas (BAMBERG et al., 2013).

A partir dos 28 dias em campo, o tempo de viveiro não influenciou a altura das plantas. Nessa fase, as plantas já estão estabelecidas e possuem um sistema radicular bem desenvolvido. A presença de um sistema radicular bem desenvolvido possibilita uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes do solo, o que propicia um crescimento saudável. (GONZAGA et al., 2008).

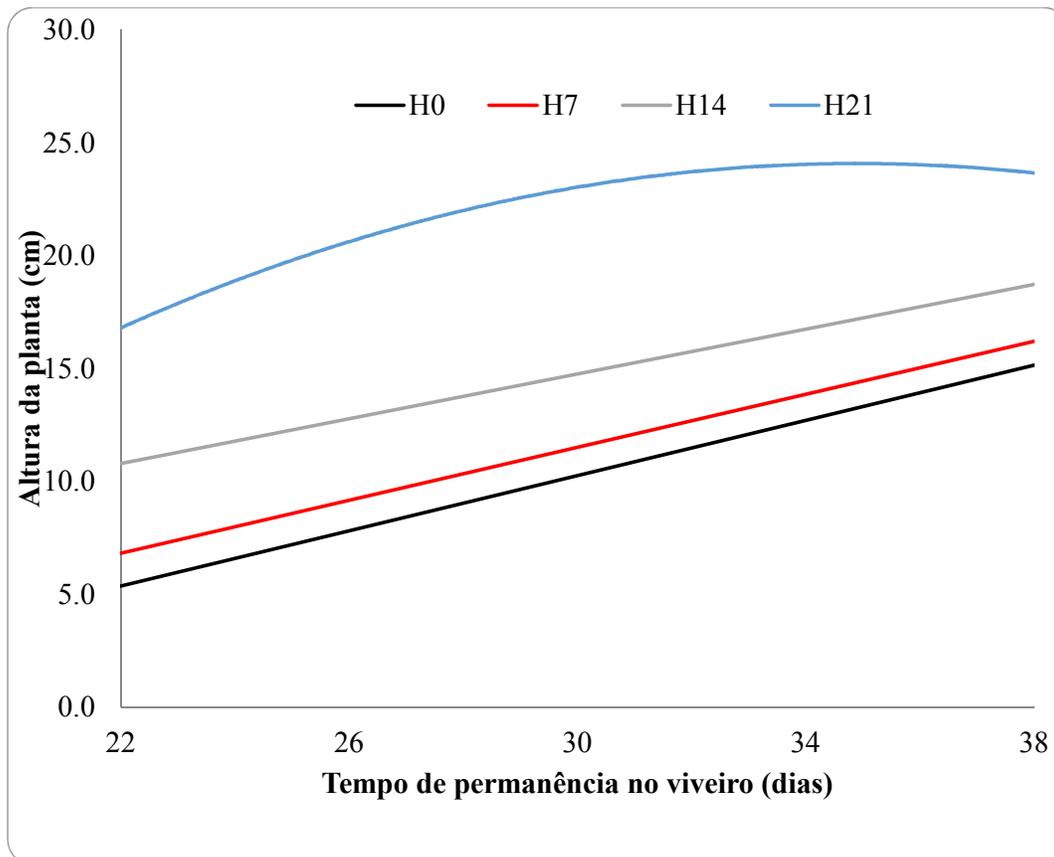


Figura 2: Altura das plantas de *P. angulata* em campo, em resposta ao tempo de permanência em viveiro. H0= ( $y = 0.612x - 8.098$ ); H7= ( $y = 0.5855x - 6.0541$ ); H14= ( $\ln(H) = -1.0065 + \ln(1.0855)$ ); H21= ( $y = -0.0438x^2 + 3.0554x - 29.227$ ). Sendo: x= tempo de permanência no viveiro, H= altura da planta.

O resumo dos resultados dos ajustes das curvas de crescimento está apresentado na tabela 7. Os critérios AIC e BIC foram empregados para auxiliar na escolha das equações ajustadas. Quanto menor os valores desses critérios mais adequado é o ajuste. Para o tempo de viveiro de 22 e 30 dias, o modelo mais adequado foi o Logístico-AR1. Para 26, 34 e 38 dias de permanência o modelo Logístico sem a incorporação do parâmetro de autocorrelação ajustou-se melhor aos dados.

Tabela 7: Parâmetros estimados dos ajustes das curvas de crescimento, para altura de mudas de *P. angulata*, produzidas em diferentes períodos de permanência no viveiro (idade), de acordo com modelo de análise.

	Parâmetros			%S	Shapiro- Wilk	Breusch- Pagan	Durbin Watson	AIC	BIC	R2	
	a	b	c								
Idade 22	Logístico	68.298	0.093	32.152	7.705	0.440	0.011	0.026	275.034	283.063	0.986
	Gompertz	75.398	0.053	27.108	8.607	0.024	0.184	0.002	287.220	295.250	0.980
	Logístico (AR1)	68.166	0.093	<b>32.069</b>	7.705				273.819	283.856	0.985
	Gompertz (AR1)	74.825	0.053	26.834	8.644				281.028	291.065	0.982
	Logístico	72.623	0.079	<b>31.135</b>	8.338	0.124	0.097	0.602	292.785	300.814	0.980
	Gompertz	82.649	0.043	26.090	9.320	0.277	0.462	0.058	305.027	313.057	0.976
Idade 26	Logístico (AR1)	72.628	0.079	31.139	8.338				294.779	304.816	0.979
	Gompertz (AR1)	82.919	0.043	26.201	9.325				305.161	315.198	0.974
	Logístico	74.391	0.073	30.705	8.268	0.575	0.000	0.246	295.257	303.286	0.978
	Gompertz	86.049	0.039	25.710	9.244	0.135	0.001	0.712	307.536	315.565	0.973
	Logístico (AR1)	74.305	0.073	<b>30.704</b>	8.316				292.593	302.629	0.974
	Gompertz (AR1)	86.058	0.039	25.721	9.245				309.461	319.498	0.971
Idade 30	Logístico	72.033	0.063	<b>30.166</b>	9.570	0.140	0.095	0.600	308.463	316.493	0.966
	Gompertz	85.200	0.033	25.297	10.366	0.070	0.090	0.403	317.261	325.290	0.960
	Logístico (AR1)	72.039	0.063	30.169	9.570				310.457	320.493	0.963
	Gompertz (AR1)	85.467	0.033	25.394	10.369				318.102	328.138	0.945
	Logístico	75.843	0.061	<b>30.773</b>	8.725	0.120	0.230	0.670	302.613	310.642	0.971
	Gompertz	91.858	0.031	26.535	9.816	0.116	0.597	0.056	315.572	323.601	0.963
Idade 34	Logístico (AR1)	75.849	0.061	30.776	8.726				304.608	314.645	0.968
	Gompertz (AR1)	92.251	0.031	26.677	9.814				315.433	325.470	0.960

R2= Coeficiente de determinação; %S=desvio padrão; AIC= critério de informação de Akaike; BIC= Critério de Informação Bayesian

No modelo logístico, o parâmetro “c” corresponde ao ponto de inflexão, e indica o tempo para que a altura atinja 50% do máximo valor. Portanto, quanto menor esse parâmetro, mais vigoroso é o crescimento da planta. Considerando as equações de melhor ajuste selecionadas para cada tempo de permanência no viveiro, o parâmetro “c” foi menor quando a muda permaneceu no viveiro por 34 dias (Figura 3).

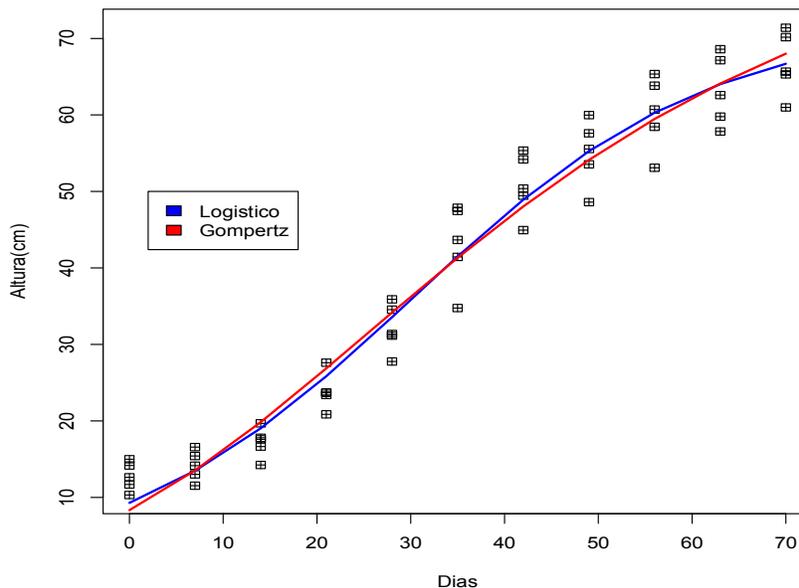


Figura 3: Altura da planta de *P. angulata* que permaneceu 34 dias em viveiro durante 70 dias após o transplante para o campo.

Assim como observado para altura da planta, o tempo de viveiro influenciou o diâmetro até os 21 dias após o plantio em campo. Aos 7 dias, após o plantio, o diâmetro do colo atingiu sua máxima resposta de 4,59 mm, quanto mantidas aos 38 dias no viveiro, conforme ajuste do modelo quadrático (Figura 4). Isso indica que um tempo mais longo de permanência no viveiro proporcionou maior diâmetro do colo nesse período inicial no campo. Aos 14 dias no campo, o diâmetro apresentou ajuste quadrático (Figura 4), o diâmetro do colo de *P. angulata*, atingiu sua máxima resposta de 5,31 mm, quanto mantidas aos 35,65 dias no viveiro. Aos 21 dias, após o plantio em campo, o diâmetro do colo atingiu seu valor máximo, 6,33 mm, quanto a muda foi mantida por 32 dias no viveiro,

conforme modelo quadrático (Figura 4). Esses resultados sugerem que o tempo de permanência no viveiro durante a fase de crescimento inicial continuou a desempenhar um papel importante no desenvolvimento do diâmetro do colo das plantas. O diâmetro inicial do caule tem sido amplamente reconhecido como o atributo morfológico mais relevante para prever o crescimento futuro. Isso se deve à sua correlação positiva com o peso da muda e o tamanho do sistema radicular, indicando que mudas com diâmetros iniciais maiores tendem a apresentar crescimento mais robusto. Além disso, é importante destacar que há forte relação entre o diâmetro do colo das plantas e a taxa de sobrevivência após o plantio em campo. (CARNEIRO, 1995; GROSSNICKLE; MACDONALD, 2018). Essa relação ocorre devido à atividade cambial estabelecida entre a parte aérea e o sistema radicular (PAIVA; GUIMARÃES; SOUZA, 2003). De acordo com Paiva (2016), quanto maior o diâmetro do colo, maior é a capacidade de transporte de seiva e sustentação da parte aérea das plantas, a quantidade de seiva transportada pelo xilema influencia no desenvolvimento das mudas no campo.

A partir dos 28 dias em campo, o tempo de permanência no viveiro não influenciou o diâmetro do colo da espécie em estudo.

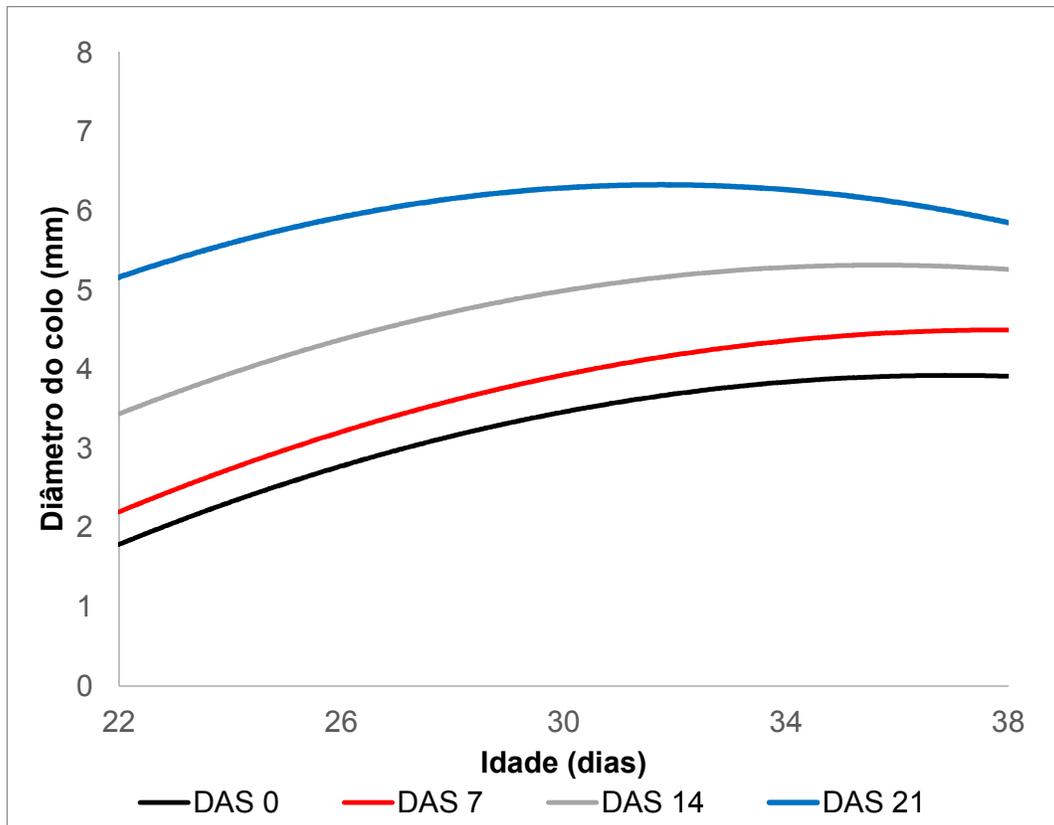


Figura 4: Diâmetro das plantas de *P. angulata* em campo, em resposta ao tempo de permanência em viveiro (idade).  $DAS0=(y=-0.009549x^2+0.705721x-9.114875)$ ;  $DAS7=(y=-0.009100x^2+0.689620x-8.567680)$ ;  $DAS14=(y=-0.010077x^2+0.718607x-7.495290)$ ;  $DAS21=(y=-0.012265x^2+0.778966x-6.037825)$ . Sendo: x= tempo de permanência no viveiro, DAS= diâmetro do colo.

O resumo dos resultados dos ajustes das curvas de crescimento está apresentado na tabela 8. Os critérios AIC e BIC foram selecionados para auxiliar nas escolhas das equações ajustadas do diâmetro do colo, quanto menor os valores desses critérios mais adequados e o ajuste. Para o tempo de permanência de 22, 26, 30 e 34 dias o modelo mais adequado foi o Logístico AR1. Para o tempo de permanência de 38 dias no viveiro, o modelo Logístico sem a incorporação do parâmetro de autocorrelação ajustou-se melhor os dados.

Tabela 8: Parâmetros estimados dos ajustes das curvas de crescimento, para diâmetro do colo de mudas de *P. angulata*, produzidas em diferentes tempo de permanência no viveiro (idade), de acordo com modelo de análise.

	Parâmetros			%S	Shapiro-	Breusch-	Durbin	AIC	BIC	R2	
	a	b	c		Wilk	Pagan	Watson				
Idade 22	Logístico	18.063	0.0897	29.327	7.617	0.1856	0.003	0.096	134.478	142.507	0.983
	Gompertz	19.932	0.0505	24.075	8.865	0.0861	0.003	0.056	151.175	159.205	0.977
	<b>Logístico (AR1)</b>	18.057	0.0893	29.300	7.616				134.203	144.24	0.982
	Gompertz (AR1)	19.912	0.0499	23.963	8.893				143.065	153.102	0.976
Idade 26	<b>Logístico</b>	18.722	0.0829	28.798	9.709	0.2448	0.011	0.798	166.412	174.442	0.970
	Gompertz	20.979	0.0453	23.443	11.216	0.2295	0.011	0.812	182.268	190.297	0.960
	Logístico (AR1)	18.703	0.0831	28.748	9.714				167.990	178.026	0.968
	Gompertz (AR1)	21.118	0.044764	23.651	11.228				182.644	192.681	0.958
Idade 30	Logístico	18.587	0.0663	27.942	9.832	0.000	0.0261	0.452	167.397	175.426	0.961
	Gompertz	21.279	0.0364	22.208	10.695	0.000	0.0261	0.41	176.685	184.715	0.954
	<b>Logístico (AR1)</b>	18.618	0.0661	28.060	9.849				166.901	176.938	0.959
	Gompertz (AR1)	21.301	0.0363	22.253	10.698				178.604	188.640	0.951
Idade 34	<b>Logístico</b>	17.895	0.0546	27.930	10.432	0.039	0.000	0.004	168.389	176.419	0.946
	Gompertz	21.269	0.0290	22.589	11.095	0.094	0.000	0.002	175.176	183.205	0.939
	Logístico (AR1)	17.843	0.0544	27.809	10.443				163.724	173.761	0.943
	Gompertz (AR1)	21.193	0.0287	22.384	11.130				167.332	177.368	0.935
Idade 38	<b>Logístico</b>	18.430	0.0620	28.310	10.199	0.085	0.358	0.358	169.445	177.475	0.955
	Gompertz	21.671	0.0327	23.082	11.219	0.053	0.253	0.352	179.983	188.012	0.946
	Logístico (AR1)	18.455	0.0618	28.366	10.197				171.168	181.205	0.953
	Gompertz (AR1)	21.930	0.0320	23.491	11.221				179.117	189.154	0.946

R2= Coeficiente de determinação; %S=desvio padrão; AIC= critério de informação de Akaike; BIC= Critério de Informação Bayesian

Considerando as equações de melhor ajuste selecionadas para cada tempo de permanência no viveiro, o parâmetro “c” foi menor no tempo de permanência de 34 dias, para que o diâmetro do colo das mudas atinja 50% do seu máximo valor (Figura 5).

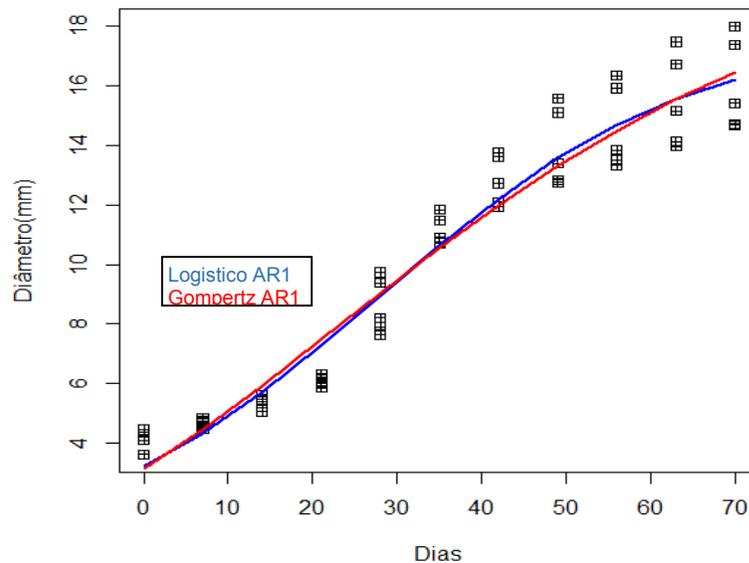


Figura 5: Diâmetro do colo de mudas de *P. angulata* que permaneceram por 34 dias no viveiro durante 70 dias após transplante para o campo.

O menor tempo de viveiro necessário para que as mudas atinjam 50% do valor máximo no parâmetro “c” em relação às variáveis de altura e diâmetro foi de 34 dias no viveiro.

A avaliação da qualidade das mudas retiradas do viveiro, foi um aspecto crucial a ser considerado para garantir o sucesso no transplante das plantas para o campo. Entre as principais variáveis a serem avaliadas, destacam-se a altura, o diâmetro do colo das mudas, a taxa de sobrevivência das plantas ao longo do ciclo e, para espécies frutíferas, a produção de frutos (ZACCHEO et al., 2013; BERTOLINI; BRUN, 2015; MENDONÇA et al., 2018). Essas medidas fornecem informações sobre o desenvolvimento inicial das plantas e sua capacidade de resistir às condições adversas do campo.

### 3.3 Produção de frutos

O número de frutos produzidos foi avaliado por períodos de coleta, sendo o primeiro entre 8 e 36 dias pós-transplante e o segundo entre 43 e 72 dias. No primeiro período, o número de frutos em função dos períodos de avaliações aumentou exponencialmente para todas as fases de produção de mudas no viveiro, exceto para aquelas que permaneceram por 22 dias na fase de viveiro (Figura 6). Plantas provenientes de mudas maiores entram em produção mais cedo, resultando em maior período de colheita e maior produção de frutos (ZACCHEO et al., 2013), Esse resultado inicial foi possível devido às mudas que permaneceram mais tempo no viveiro, o que permitiu que florescessem mais cedo e, conseqüentemente, produzissem frutos mais cedo no campo, o que foi verificado no presente estudo com mudas de *P. angulata* mantidas por 26 a 38 dias no viveiro.

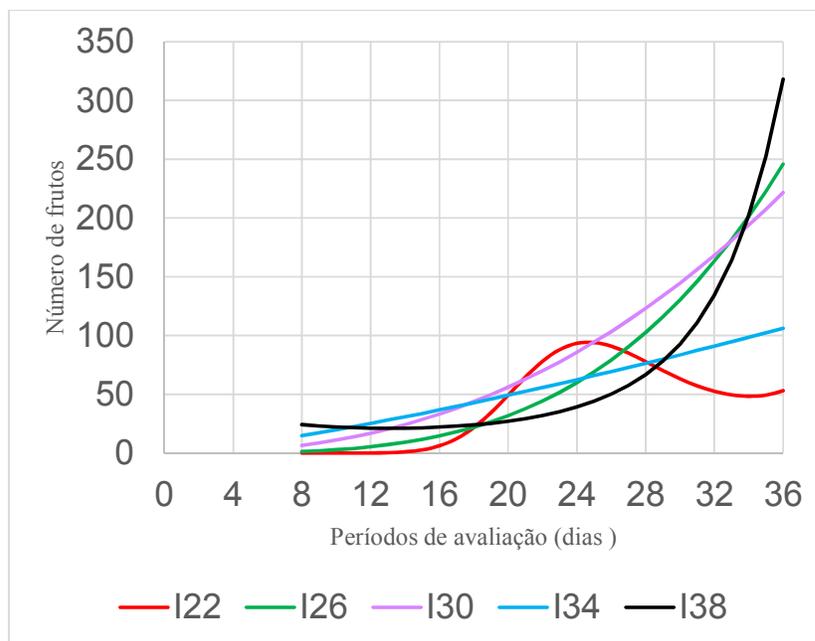


Figura 6: Produção de frutos de *P. angulata*, na fase de coleta entre 8 até 36 em função do período de avaliação em campo. 22 dias =  $\text{EXP}(-32.99+(x^4.012) + (0.1402*(x^2)) + (0.001591*(x^3)))$ ; 26 dias =  $\text{EXP}(-6.95+3.48*\text{LN}(x))$ ; 30 dias =  $\text{EXP}(-2.98 + 2.32*\text{LN}(x))$ ; 34 dias =  $\text{EXP}(-0.02 + 1.31*\text{LN}(x))$ ; 38 dias =  $\text{EXP}(3.9346287+(x*-0.1347447) + (0.0051534*(x^2)))$ . Sendo: EXP= exponencial, x= período de avaliação.

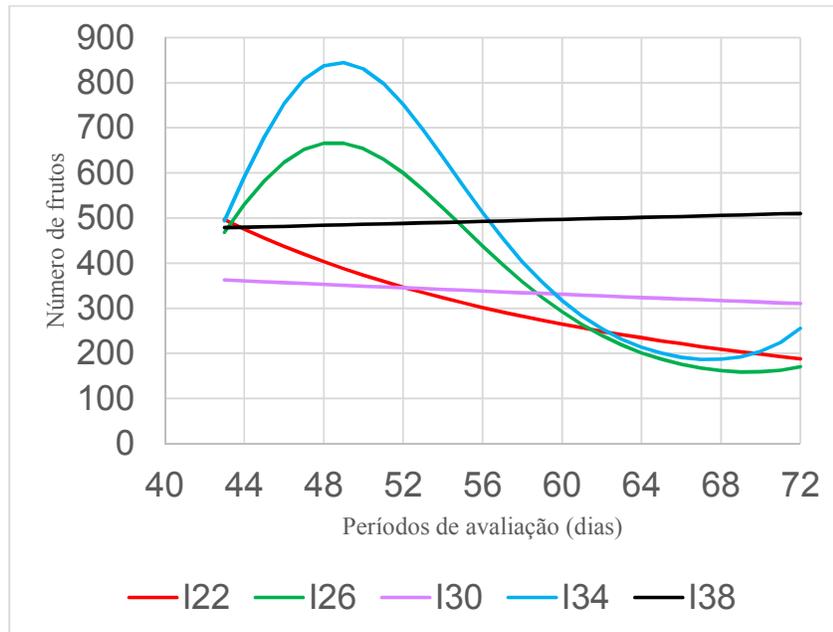


Figura 7: Número de frutos de *P. angulata* na fase de coleta entre 43 até 72 em função do período de avaliação em campo. 22 dias = EXP (11.643704+(x\*-0.178277) +(0.001267\*(x^2))); 26 dias = EXP (-52.83 + (x\*3.189) + (-0.05584\*(x^2)) + (0.0003157\*(x^3))); 30 dias = EXP (6.122814 + x\* -0.005352); 34 dias = EXP (-79.04 + (x\* 4.631) + (-0.08175\*(x^2) + (0.0004687\*(x^3))); 38 dias= EXP (6.0754992 + x\* 0.0022112). Sendo: EXP= exponencial, x= período de avaliação.

A partir de 43 dias de coleta de fruto, as plantas das mudas de 34 dias seguidas das de 26 dias tiveram a produção de frutos superior às mudas das demais idades até, aproximadamente, 55 dias. A partir desse período, a produção reduziu acentuadamente ficando inferior às mudas de 38 dias. As mudas de 38 dias continuaram a aumentar linearmente a produção até a última avaliação. Tanan, Nascimento e Leite (2018) analisaram a produção de frutos de *P. angulata* no semiárido da Bahia. A média de frutos observada, aos 54 dias de cultivo, foi de 140,5 por planta.

Esses resultados indicam que a espécie apresenta um potencial de produção de frutos ao longo do tempo. Isso pode ser importante para agricultores da região, que podem contar com essa espécie como uma alternativa de cultivo durante todo o ano, uma vez que a cultura pode ser explorada comercialmente.

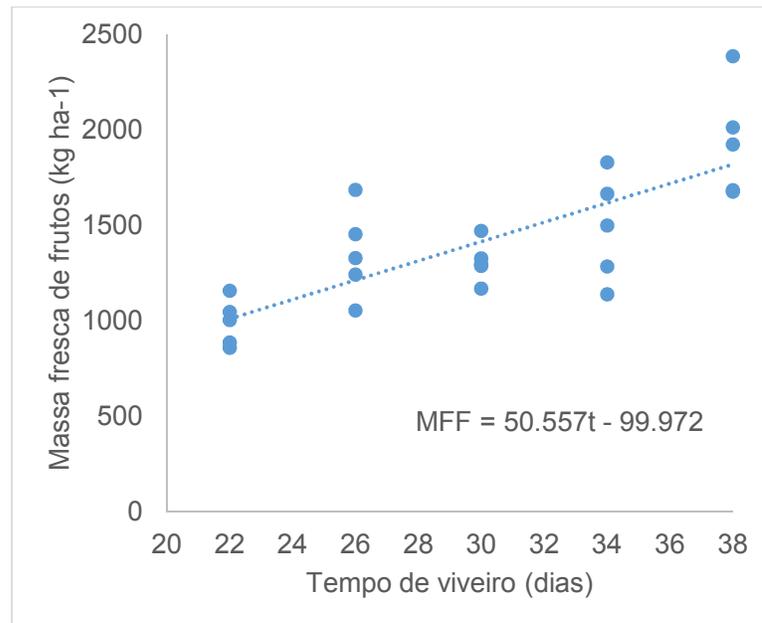


Figura 8: Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em resposta ao tempo de permanência da muda em viveiro. t=tempo de permanência.

A produção total de frutos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi influenciado pelo tempo de permanência da planta na fase de viveiro ( $p\text{-valor} < 0,0001$ ). A cada dia que a muda permanece no viveiro, considerando o tempo máximo testado de 38 dias, houve um aumento de 50,6 kg de frutos por hectare (Figura 8).

A definição de qualidade de mudas frutíferas é um tema de grande relevância para agricultores e produtores, pois está diretamente relacionada ao sucesso da produção em campo. Atualmente, há escassez de estudos e pesquisas que investigam a relação entre o tempo de permanência das mudas no viveiro e a produção de frutos em campo. Zaccheo et al. (2013) investigaram os efeitos do tamanho dos recipientes e tempo de produção das mudas no crescimento e na produtividade do maracujazeiro-amarelo. Observaram que as mudas cultivadas por um período de 120 dias no viveiro apresentaram produção de frutos igual ou superior àquela observada nos tratamentos de maior idade. Por outro lado, um estudo realizado por Salata et al. (2011), analisaram o impacto do tempo de permanência das mudas de abobrinha, constatando que o menor tempo das mudas no viveiro (27 dias) teve influência significativa na produção de frutos da referida espécie.

Para produção de frutífera de qualidade, é fundamental considerar não apenas as características de vigor, sanidade e enraizamento, mas também a idade adequada da muda.

A idade da muda está diretamente relacionada à capacidade de adaptação da planta ao seu novo ambiente. O estabelecimento inicial em campo avaliado pela altura e diâmetro até 14 dias é um indicativo que coincide com o melhor resultado de produção final. Até 14 dias pós-transplante, a altura aumentou linearmente em relação a idade das mudas, assim como a produtividade. Ou seja, mudas com 38 dias sofreram menor estresse no estabelecimento inicial e isso pode ter contribuído para a maior produtividade das plantas.

#### 4 CONCLUSÃO

O tempo de permanência da muda no viveiro influencia a altura e o diâmetro das plantas até 21 dias pós-transplante no campo.

O estabelecimento inicial avaliado com base na altura da planta até 14 dias tem potencial como indicador da produtividade de frutos de *P. angulata*.

Mudas que permaneceram no viveiro por 38 dias resultaram em maior produtividade de frutos em relação àquelas de idades menores.

#### 5 REFERÊNCIA

ABREU, Claudia Brito; DE SOUZA, Manuela Oliveira; MIRANDA, Fabrício Mendes; *et al.* Growth and Evaluation of Phenolic Compounds in *Physalis angulata* L. at Two Different Periods in the Bahia Reconcavo, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 10, p. 145, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n10p145>.

BAMBERG, Rogério; BEHLING, Alexandre; PERRANDO, Edson; *et al.* Relação entre Nutrição e Tempo de Permanência de Mudanças de *Bauhinia forficata* em Casa-de-vegetação. **Silva Lusitana**, v. 21, p. 87–101, 2013.

BATES, D. M., MAECHLER, M., BOLKER, B. M., *et al.* Package 'lme4' Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4, 2022. Acesso em: 25/09/2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf>.

BERTOLINI, Iris Cristina; BRUN, Eleandro José. A influência do método de semeadura no crescimento de mudas de flamboyant (*delonix regia* (bojer ex hook) raf.) em viveiro florestal. **Revista da Sociedade Brasileira de**

**Arborização Urbana**, v. 9, n. 4, p. 181, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v9i4.63169>.

**Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network - - 2022 - TAXON - Wiley Online Library**. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tax.12640>>. Acesso em: 30 maio. 2023.

CABREIRA, Gerhard Valkinir; LELES, Paulo Sérgio Dos Santos; ALONSO, Jorge Makhlouta; *et al.* Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1644–1657, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833261>.

CARNEIRO, JOSE GERALDO DE ARAUJO. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Campos; UENF; UFPR; FUPEF, 1995. 451 p.

DORAI-RAJ, S. Package ‘binom’ Binomial Confidence Intervals for Several Parameterizations, 2022. Acesso em: 25/09/2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/binom/binom.pdf>.

ETZBACH, Lara; PFEI, Anne. fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD- APCI-MSn. **Food Chemistry**, 2018.

FOX, J. et al. car: Companion to Applied Regression. , 30 mar. 2023. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/car/index.html>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FREITAS, Teresa Aparecida Soares De; LOPES, Emile Caroline Silva; ARAUJO, Jamille Ferreira Graham De; *et al.* Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetes. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1105–1123, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509829783>.

GONZAGA, Ronaldo Luiz; MENDONÇA, Vander; SMARSI, Ronny Clayton. Utilização de termofosfato magnesiano na produção de mudas porta-enxerto de nespereira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, 2008.

GROSSNICKLE, Steven C.; MACDONALD, Joanne E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 49, n. 1, p. 1–34, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-017-9606-4>.

HOTHORN, T., ZEILEIS, A., FAREBROTHER, R.W., *et al.* Package 'lmtest' Testing Linear Regression Models, 2022. Acesso em: 20/11/2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/lmtest/lmtest.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA –INMET, 2023. Rede de Estações Climatológicas. [http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form\\_apas\\_c\\_diario.php](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form_apas_c_diario.php). Acesso em: 06 de Janeiro de 2023.

LANDRUM, Leslie R; BARBER, Anne; BARRON, Kara; *et al.* SOLANACEAE PART FOUR: v. 9, 2013.

MENDONÇA, A. V. R.; SOUZA, J. S. Bases para a definição de protocolos para propagação de espécies das áreas de proteção ambiental (APA): Lago da Pedra do Cavalo e Joanes Ipitanga, Bahia. In: MENDONÇA, Andrea Vita Reis, SOUZA, Josival Santos, SOUZA, Manuela Oliveira de, SANTOS, Jiovana Pereira Amorim (Orgs.). **Propagação de espécies florestais nativas da Bahia: uma contribuição para conservação das APAs de Joanes-Ipitanga e Lago Pedra do Cavalo**. Cruz das Almas: editora UFRB, 2018. p. 9-92.

MUNIZ, Janaína; KRETZSCHMAR, Aike Anneliese; RUFATO, Leo; *et al.* Aspectos gerais da cultura da physalis. **Ciência Rural**, v. 44, p. 964–970, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014005000006>.

NASCIMENTO, Warley Marcos. XI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças Porto Alegre/RS - 16 a 18 de novembro de 2011.

OLIVEIRA, Amélia Augusta Lima Ajuricaba; LOPES AGUIAR, Jaime Paiva; DA SILVA, Edson Pablo; *et al.* Influence of chemical and organic fertilizers in fruits of camapu (*Physalis angulata* L.). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 47, p. 102580, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102580>.

PAIVA, Leandro Carlos; GUIMARÃES, Rubens José; SOUZA, Carlos Alberto Spaggiari. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 134–140, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000100016>.

PEREIRA, A.A; FERNANDES, T.J; SCALCO, M.S; *et al.* Modelagem não linear do crescimento em altura do cafeeiro irrigado e não irrigado em diferentes densidades. **Grandes Culturas: Irriga, Botucatu**, v. 1, ed. 1, p. 140-149, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n1p140149>.

PINCHOT, Cornelia C.; HALL, Thomas J.; SAXTON, Arnold M.; *et al.* Effects of Seedling Quality and Family on Performance of Northern Red Oak Seedlings on a Xeric Upland Site. **Forests**, v. 9, n. 6, p. 351, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9060351>.

PINHEIRO, J. Package 'nlme' Linear and Nonlinear Mixed Effects Models, 2022. Acesso em: 01/02/2023. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/nlme/nlme.pdf>.

PIVA, Andre Luiz. Crescimento, desenvolvimento e produção de espécies de fisálias com mudas propagadas sob telas de sombreamento. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 08 Setembro 2022).

RAMAKRISHNA PILLAI, Jayachithra; WALI, Adil Farooq; MENEZES, Godfred Antony; *et al.* Chemical Composition Analysis, Cytotoxic, Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Physalis angulata* L.: A Comparative Study of Leaves and Fruit. **Molecules**, v. 27, n. 5, p. 1480, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27051480>.

RIVERA, David E.; OCAMPO, Yanet C.; CASTRO, Jenny P.; *et al.* A screening of plants used in Colombian traditional medicine revealed the anti-inflammatory potential of *Physalis angulata* calyces. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 7, p. 1758–1766, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.05.030>.

RODRIGUES, M. G. F., NACIF, P. G. S., COSTA, O. V., *et al.* Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas-BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. 9(2), 193-205. 2009.

RUFATO, Andrea De Rossi; RUFATO, Leo; LIMA, Cláudia Simone Madruga; *et al.* SÉRIE FRUTICULTURA – PEQUENAS FRUTAS. 2013.

SAAVEDRA, Judith; RODRÍGUEZ ZARAGOZA, Fabián A.; CABRERA TOLEDO, Dánae; *et al.* Agromorphological characterization of wild and weedy populations of *Physalis angulata* in Mexico. **Scientia Horticulturae**, v. 246, p. 86–94, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.055>.

SALATA, Ariane da Cunha; HIGUTI, Andréa Reiko Oliveira; GODOY, Amanda Regina; *et al.* Produção de abobrinha em função da idade das mudas. **Ciência**

**e Agrotecnologia**, v. 35, p. 511–515, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300011>

SANTOS, Jiovana Pereira Amorim; SOUZA, Manuela Oliveira De; SOUZA, Josival Santos; *et al.* Production time and container size for Simarouba amara Aubl. seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 29, n. 3, p. e20220030, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2022-0030> .

SEAGRI.ba.gov.br | Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/>>. Acesso em: 12 mai. 2023.

SHARMA, Navdeep; BANO, Anisha; DHALIWAL, Harcharan S; *et al.* A PHARMACOLOGICAL COMPREHENSIVE REVIEW ON 'RASSBHARY' PHYSALIS ANGULATA (L.). v. 7, n. 8, 2015.

TANAN, Tamara Torres; NASCIMENTO, Marilza Neves do; LEITE, Romeu da Silva. PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE ESPÉCIES DE Physalis CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO. **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**, v. 14, n. 3, p. 113–121, 2018.

TUAN ANH, Hoang Le; LE BA, Vinh; DO, Thi Thao; *et al.* Bioactive compounds from *Physalis angulata* and their anti-inflammatory and cytotoxic activities. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 23, n. 8, p. 809–817, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10286020.2020.1825390>.

WATANABE, Hélio Satoshi; OLIVEIRA, Sabrina Leite De. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 23–38, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-443/13>.

ZACCHEO, Paulo Vicente Contador; AGUIAR, Ricardo Sfeir De; STENZEL, Neusa Maria Colauto; *et al.* Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603–607, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200032>.