

**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**

**DIVERSIDADE FENOTÍPICA, FLORESCIMENTO E  
FRUTIFICAÇÃO EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata*  
NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

**Vanessa Santos da Palma**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2024**

# **DIVERSIDADE FENOTÍPICA, FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* NO RECÔNCAVO DA BAHIA**

**Vanessa Santos da Palma**

Bacharel em Engenharia Florestal

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 2021

Dissertação apresentada ao colegiado 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 Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Hellen Cristina da Paixão Moura

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

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

P171d

Palma, Vanessa Santos da.

Diversidade fenotípica, florescimento e frutificação em procedências de *Physalis angulata* no Recôncavo da Bahia / Vanessa Santos da Palma.\_ Cruz das Almas, BA, 2024.

60f.; il.

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

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira.

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hellen Cristina Moura.

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

1.Solanaceae – Plantas. 2. Solanaceae – Melhoramento genético. 3.Recôncavo (BA) – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 573.4

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

DIVERSIDADE FENOTÍPICA, FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO  
EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* NO RECÔNCAVO DA  
BAHIA

Aprovada em 31 de julho de 2024.

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Vanessa Santos da Palma

Documento assinado digitalmente  
 HELLEN CRISTINA DA PAIXÃO MOURA  
Data: 23/10/2024 13:58:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Hellen Cristina da Paixão Moura  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA  
(Coorientador (a))

Documento assinado digitalmente  
 ANDREA VITA REIS MENDONÇA  
Data: 23/10/2024 15:03:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Vita Reis Mendonça  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
BA(Examinador interno)

Documento assinado digitalmente  
 ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO  
Data: 22/10/2024 09:24:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

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

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a meu marido José Silveira Leone, pois sempre me deu apoio na minha trajetória e foi meu apoio em todos os momentos. Aos meus pais Valmir Dias e Zuleide Silva, meus avós Amelino Dias e Martinha de Souza, pois eles foram meus incentivadores, a minha irmã Vamile Palma e minha sobrinha Anna Valentina, por serem meu combustível para ser cada dia melhor. Só vocês sabem dos desafios e sacrifícios que enfrentei para chegar até aqui. Minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois em todos os momentos de dificuldade recorri a Ele para encontrar sabedoria, pois com esforço e propósito é possível chegar longe, sempre evoluindo pessoal e profissionalmente.

À Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESB), pelo apoio financeiro durante o mestrado, sem esse incentivo não seria possível completar esta etapa tão importante da minha vida.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) que possibilitou que eu adquirisse conhecimento através da realização do curso de mestrado e pela disponibilização de sua infraestrutura de laboratórios.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira pelas oportunidades de aprendizado em sala de aula.

Às minhas coorientadoras Dra. Hellen Cristina Moura da Paixão e Dra. Manuela Oliveira de Souza pelas inefáveis contribuições para esse trabalho, desde o início sempre me apoiaram e incentivaram.

À professora Dra. Andrea Vita Reis Mendonça por toda atenção e permissão para o uso do Laboratório de Ecologia e Sementes Florestais para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Dr. Diego Marmolejo pela enorme contribuição para este trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e críticas para aperfeiçoamento deste trabalho.

A minha família que sempre me apoiou incansavelmente ao longo de todos esses anos para que esse sonho se tornasse possível, em especial aos meus pais que sempre foram grandes incentivadores e também meus avós que sempre contribuíram com todo esse projeto de vida, sempre tão orgulhosos da minha trajetória.

A meu esposo José Silveira pelos conselhos e orientações em momentos de dificuldade, para que eu não desistisse de prosseguir rumo ao meu objetivo.

As amigas Luana Guedes pela companhia ao longo desses anos nas aulas e trabalhos, pela atenção e auxílio e Rafaela Fernanda por toda ajuda que me prestou na parte prática e teórica desse trabalho.

Aos alunos de graduação que me ajudaram nas árduas atividades de campo e laboratório, em especial Wesley, Eduarda e Micaela.

Aos professores do curso de Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

E aos colegas do curso, pelo vínculo de amizade adquirido ao longo do curso.

*“Uma vida sem busca não é digna de ser vivida.”*

## DIVERSIDADE FENOTÍPICA, MAPA FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* NO RECÔNCAVO DA BAHIA

**RESUMO:** *Physalis* L. é um dos gêneros mais importantes da família Solanaceae, com 120 espécies identificadas. As espécies de *Physalis*, como *Physalis angulata* L. apresentam ampla variedade genética e características únicas de interesse econômico. Apesar desse conhecimento, pouco tem sido feito para o melhoramento genético dessa espécie, para o que é essencial caracterizar genótipos. Esta dissertação está possui dois capítulos. No capítulo 1, objetivou-se avaliar a diversidade fenotípica através de caracteres quantitativos e qualitativos, em procedências de *Physalis angulata* L. como subsídio para a formação de uma coleção de espécie. No capítulo 2, objetivou-se avaliar a fenologia floral e frutificação em procedências de *Physalis angulata* L. como subsídio para o melhoramento genético da espécie. Assim, o experimento, sob delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições contendo 10 plantas cada, foi conduzido em Cruz das Almas, na Bahia, na fazenda experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Foram avaliadas seis procedências: P1- Vinhedo/SP, P2- Rio de Janeiro/RJ, P3: Ananindeua/PA, P4-São Sebastião da Amoreira/PR, P5- Feira de Santana/BA e P6- Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). Mudanças foram transplantadas em 08 de junho de 2023 e as avaliações foram realizadas de junho a agosto. No capítulo 1, foram avaliados nove descritores para frutos e 18 descritores para as plantas. As procedências apresentaram diversidade fenotípicas entre si, segundo os dados quantitativos dos caracteres agrônômicos, enquanto não houve diferença entre as procedências quanto aos caracteres qualitativos, pois apresentaram padrão monomórficos. Para as características quantitativas dos frutos, houve diferença entre as procedências quanto ao comprimento de fruto, diâmetro de fruto, massa do fruto e largura da folha. Também, no capítulo 2, semanalmente, foram avaliados o número de flores em antese, e número de frutos. A maior produção de flores e frutos deu-se em julho e agosto, meses com altas índices pluviométricos e baixas temperaturas. As procedências com melhores desempenhos foram as originárias das regiões Sul e Sudeste, seguidas pelas provenientes do Norte e Nordeste. A frutificação nas procedências variou no decorrer dos dias avaliados. A amplitude de florescimento ocorreu de 30 a 40 dias após o plantio no campo. O mapa de calor destacou a P4 como altamente produtiva tanto para flores como para frutos. O dendrograma de dissimilaridade teve bom ajuste no agrupamento das procedências.

**Palavras-chaves:** Caracteres quantitativos, caracteres qualitativos, Número de flores, número de frutos, Distância euclidiana.

## PHENOTYPIC DIVERSITY, FLOWERING AND FRUITING IN PROCEDURES OF *Physalis angulate* L. IN RECÔNCAVO BAIANO

**ABSTRACT:** *Physalis* L. is one of the most important genera of the Solanaceae family, with 120 identified species. *Physalis* species, such as *Physalis angulata* L., present a wide genetic variety and unique characteristics of economic interest. Despite this knowledge, little has been done for the genetic improvement of this species, for which it is essential to characterize genotypes. This dissertation has two chapters. Chapter 1 aimed to evaluate the phenotypic diversity through quantitative and qualitative characters, in *Physalis angulata* L. provenances, as a subsidy for the formation of a species collection. Chapter 2 aimed to evaluate the floral phenology and fruiting in *Physalis angulata* L. provenances, as a subsidy for the genetic improvement of the species. Thus, the experiment, under a completely randomized design, with five replicates containing 10 plants each, was conducted in Cruz das Almas, Bahia, at the experimental farm of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). Six origins were evaluated: P1- Vinhedo/SP, P2- Rio de Janeiro/RJ, P3: Ananindeua/PA, P4-São Sebastião da Amoreira/PR, P5- Feira de Santana/BA and P6- Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). Seedlings were transplanted on June 8, 2023 and the evaluations were carried out from June to August. In chapter 1, nine descriptors for fruits and 18 descriptors for plants were evaluated. The origins presented phenotypic diversity among themselves, according to the quantitative data of the agronomic characters, while there was no difference between the origins regarding the qualitative characters, as they presented a monomorphic pattern. For the quantitative characteristics of the fruits, there were differences between the origins regarding fruit length, fruit diameter, fruit mass and leaf width. Also, in chapter 2, the number of flowers in anthesis and number of fruits were evaluated weekly. The greatest production of flowers and fruits occurred in July and August, months with high rainfall and low temperatures. The origins with the best performances were those originating from the South and Southeast regions, followed by those from the North and Northeast. Fruiting in the origins varied over the days evaluated. The flowering amplitude occurred from 30 to 40 days after planting in the field. The heat map highlighted P4 as highly productive for both flowers and fruits. The dissimilarity dendrogram had a good fit in the grouping of origins.

**Keywords:** Quantitative characters, qualitative characters, number of flowers, number of fruits, Euclidean distance.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1:</b> Localização geográfica da mesorregião de Santo Antônio de Jesus.....	23
<b>Figura 2:</b> Análise de Análise de componentes principais das origens de <i>P. angulata</i> em resposta a variáveis analisadas aos 60 dias após plantio .....	31
<b>Figura 3:</b> Análise de correlação entre as variáveis mensuradas .....	33
<b>Figura 4:</b> Dispersão gráfica dos escores nos dois eixos representativos das duas primeiras variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) relativo as origens de <i>P. angulata</i> .....	34

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1:</b> Procedências de <i>P. angulata</i> com flor e fruto (A, B, C e D) .....	47
<b>Figura 2:</b> Gráfico de precipitação e temperatura correspondentes ao inverno de 2023 em Cruz das Almas .....	49
<b>Figura 3:</b> Gráfico de frutificação e florescimento de seis procedências de <i>Physalis angulata</i> .....	51
<b>Figura 4.</b> Mapa de calor e dendrograma de procedências de <i>Physalis angulata</i> baseado na distância euclidiana para características reprodutivas. Clusters (C1 e C2) .....	53

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1:</b> Características climáticas das cidades de origem do experimento .....	25
<b>Tabela 2.</b> Descritores quantitativos para a caracterização de seis procedências de <i>P. angulata</i> .....	26
<b>Tabela 3:</b> Descritores quantitativos e qualitativos para a caracterização de seis procedências de <i>P. angulata</i> .....	28
<b>Tabela 4:</b> Descritores quantitativos para a caracterização de seis procedências de <i>P. angulata</i> .....	30
<b>Tabela 5:</b> Resultados da análise de variância e testes de pressupostos para número de frutos por planta (NF), massa fresca de fruto (MFF), número de sementes por fruto (NS), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), diâmetro fruto sentido longitudinal (D1), diâmetro fruto sentido transversal (D2), diâmetro médio (DM); Raio do fruto (RF); área do fruto (AF); volume do fruto (VF); densidade do fruto (DENS); e a produção de frutos por planta (PROD).....	32
<b>Tabela 6.</b> Testes de significância para análise de variância multivariada (MANOVA).....	33
<b>Tabela 7:</b> Medias de posição e de dispersão das variáveis em estudo .....	35

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUÇÃO .....	22
METODOLOGIA.....	24
Local de condução do experimento.....	24
Instalação e condução do experimento.....	24
Descritores morfoagronômicos.....	26
Análise estatística .....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
Descritores qualitativos .....	29
Descritores quantitativos nas diferentes procedências .....	30
CONCLUSÃO .....	40
REFERÊNCIAS .....	41
CAPÍTULO II.....	44
INTRODUÇÃO .....	47
METODOLOGIA.....	49
Dados de florescimento e frutificação .....	49
Análises estatísticas.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
Florescimento e Frutificação em função do tempo .....	51
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	59

## INTRODUÇÃO GERAL

*Physalis sp* possui ampla distribuição nas regiões tropicais e temperadas da América do Sul (Sun et al., 2017), é um dos gêneros da família Solanaceae, com aproximadamente 120 espécies, entre as quais destacam-se *Physalis angulata*, *P. pubescens* e *P. peruviana*. (Mourão, 2024). O gênero *Physalis* ocorre em todo Brasil, havendo plantios comerciais de *P. peruviana* principalmente na região Centro-sul, enquanto a *P. angulata* e *P. pubescens* são encontradas com mais facilidade nas regiões Norte e Nordeste (Figueiredo et al., 2020).

A espécie *P. angulata* possui nomes populares, que variam muito com a região do país, como juá de capote, camapu, saco-de-bode e golden berry. O seu uso é mais voltado para as áreas medicinal e alimentícia, sendo suas folhas e frutos utilizados para chás considerados diuréticos e laxantes (Goulart, 2024). A espécie tem hábito herbáceo, de ciclo anual, com altura entre 40 a 70 cm, podendo chegar a 2 m de altura (Lorenzi e Matos, 2008; Cerqueira et al., 2022). O caule aéreo, herbáceo, clorofilado, é anguloso com ramificação simpodial, havendo presença de tricomas simples unicelulares nucleados, sendo esta última característica um aspecto muito importante da sua adaptação, principalmente contra herbívoros. Além disso, esses tricomas também servem como parte fundamental para sobrevivência com mudanças climáticas e oscilação de temperatura (Silva et al. 2015; Chaves, 2017; Farias, 2020).

As folhas são pubescentes, alternas, e sua forma varia de obavada a estreita elíptica. As flores são solitárias, possuem cálice soldado até a metade, que se mantém nos frutos, corola gamopétala amarelada, com parte do tubo com coloração amarronzada, e suas anteras são dorsifixas azuis ou violetas (Gonem; Yildirim; Uyugur, 2000; Silva e Agra, 2005; Souza et al., 2010; Chaves, 2017). A reprodução do gênero ocorre através de sementes, que têm formato elipsoide apresentando coloração castanho-alaranjada quando madura. Os frutos maduros são pequenos, arredondados, com coloração amarelada, envolto pelo cálice que se transforma em uma cápsula, que em último estágio de maturação tem aspecto paleáceo.

De acordo com revisão bibliográfica sobre *P. angulata*, foi possível identificar sua grande importância em várias áreas do conhecimento, como

medicinal, farmacológica, nutricional, além de ser considerada uma planta não convencional (PANC), com grande potencialidade no mercado produtor (Silva et al., 2017; Ribeiro, Passos; Dutra, 2022). Uma pesquisa de opinião realizada entre frequentadores do restaurante universitário do Pará revelou que 36% dos entrevistados conhecem e já experimentaram *P. angulata*, sendo utilizada em sucos, saladas e sobremesas (Rodrigues et al., 2014).

De acordo com Oliveira et al. (2011), os frutos da espécie possuem antioxidantes fenólicos importantes para a saúde, contribuindo para a redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas em populações nas quais a espécie faz parte da base alimentar. Por serem plantas muito utilizadas na medicina popular para tratar doenças como cicatrização de feridas, hepatite, malária, doença do sono, reumatismo, dor de ouvido, febre, entre outras (Soares et al., 2005), tem crescido o interesse de pesquisadores em estudar suas propriedades devido ao potencial medicinal e produção de medicamentos. Devido à falta de recomendações agrônômicas para o manejo da cultura de *Physalis* são realizadas práticas geralmente adotadas para a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L), por serem espécies de mesma família (Farias, 2020; Cerqueira et al., 2022).

O objetivo deste estudo foi realizar a caracterização fenotípica de seis procedências de *Physalis angulata* L., e gerar um mapa de fenológico como subsidio para o melhoramento genético da espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, G.N.T., SILVEIRA, A.J.A., SALGADO, C.G., PICANÇO-DINIZ, D.L.W., NASCIMENTO, J.L.M. O extrato de *Physalis angulata* exerce efeitos anti-inflamatórios em ratos, inibindo diferentes vias. **Revista de etnofarmacologia**, v. 118, n. 2, pág. 246-251, 2008.
- CHECON, J. T. Atividade anti-inflamatória in vitro do extrato liofilizado de *Physalis angulata* L. em cultura de queratinócitos humanos e seu potencial como ativo dermocosmético. Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Botucatu, 2011.
- CERQUEIRA, M. V. A, DE ALMEIDA, A. Q., DO NASCIMENTO, M. N., & DE FIGUERÊDO GALIANO, M. C. Estudo das linhas de pesquisa e caracterização agrônômica de *Physalis angulata* L. **Revista RG News**, v. 8, p. 2, 2022.
- FIGUEIREDO, M.C.C., PASSOS, A.R., HUGHES, F.M., DOS SANTOS, K.S., DA SILVA, A.L., & SOARES, T.L. Biologia reprodutiva de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Scientia Horticulturae**, v.267, 2020.
- GONEM, O.; YILDIRIM, A.; UYUGUR, F.N. A New Record for the Flora of Turkey *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Turk Journal Botanic** **24**: 299-301, 2000.
- JESUS RIBEIRO, J. M., PASSOS, A. R. DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE *Physalis angulata* L. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 26, 2022.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2008. **Plantas medicinais do Brasil: Nativas e Exóticas**. 2. ed. Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum.
- MAGALHÃES, H.I.F., TORRES, M.R., COSTA-LOTUFO, L.V., DE MORAES, M.O., PESSOA, C., VERAS, M.L., ALVES, A.P.N.N. Atividade antitumoral in vitro e in vivo das fisalinas B e D de *Physalis angulata*. **Revista de Farmácia e Farmacologia**, v. 58, n. 2, pág. 235-241, 2006.
- MOURÃO, M. C. Comportamento de *Physalis angulata* cultivadas em ambiente protegido. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024, 23 fl.
- KUSUMANINGTYAS, R., LAILY, N., LIMANDHA, P. Potencial do ciplucano (*Physalis angulata* L.) como fonte de ingrediente funcional. **Química Procedia**, v. 367-372, 2015.
- GOULART, M. A. D. O., SILVA, M. N., MOURA, T. M., GUIMARÃES, G. A. Fenologia da cultura do physalis no Oeste Goiano. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, **17**(6), e7736-e7736. Fenologia da cultura do *physalis*

no Oeste Goiano. **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 17, n. 6, p. e7736-e7736, 2024.

OLIVEIRA, J. A. R.; MARTINS, L. H. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; PENA, R.s; CARVALHO, A.V. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista brasileira de tecnologia agroindústria**. v. 05, n. 2, p. 573-581, 2011.

RODRIGUES, T. L. M., DA SILVA, B. R. S., TRINDADE, J. R. Pesquisa de opiniões sobre a introdução de nutracêuticos na dieta universitária. **Anais do XII Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA**, 2014.

SILVA, K.N.; AGRA, M.F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** 15: 344-351, 2005.

SILVA, S. P. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE *PHYSALIS* CULTIVADAS NA REGIÃO DE FEIRA DE SANTANA. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 21, 2017.

SOARES, M. B. P., BRUSTOLIM, D., SANTOS, L. A., BELLINTANI, M. C., PAIVA, F. P., RIBEIRO, Y. M., SANTOS, R. R. Physalins B, F e G, seco-esteróides purificados de *Physalis angulata* L., inibem a função linfocitária e a rejeição de transplantes alogênicos. *Imunofarmacologia. Imunofarmacologia Internacional* , v. 6, n. 3, pág. 408-414, 2006.

SUN, C.P., QIU, C.Y., ZHAO F., KANG, N., CHEN, L.X., QIU, F. Physalins V-IX, 16,24-ciclo-13,14-seco withanolides de *Physalis angulata* e suas atividades antiproliferativa e anti-inflamatória. **Relatórios Científicos**, v. 7, n. 1, pág. 4057, 2017.

## **CAPÍTULO I**

**DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* L.**

**CRUZ DAS ALMAS- BAHIA**

**2024**

## DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* L.

**RESUMO:** *Physalis* L. é um dos gêneros mais importantes da família Solanaceae, com 120 espécies identificadas. As espécies de *Physalis*, como *Physalis angulata* L. apresentam uma ampla variedade genética, o que resulta em características únicas de interesse econômico. Apesar desse conhecimento, pouco tem sido feito para o melhoramento genético dessa espécie. Para iniciar o processo de melhoramento, é essencial caracterizar diferentes genótipos a fim de obter conhecimento sobre a variabilidade da espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade fenotípica através de caracteres quantitativos e qualitativos, em diferentes procedências de *Physalis angulata* L, como subsídio para a formação de uma coleção de trabalho. O experimento foi conduzido em Cruz das Almas na Bahia, na fazenda experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Foram avaliadas cinco procedências: T1- Rio de Janeiro/ RJ, T2: Ananindeua/PA, T3-São Sebastião da Amoreira/PR, T4- Feira de Santana/BA e T5- Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). Após a obtenção das sementes, as mudas foram produzidas em casa de vegetação com substrato contendo 30% húmus de minhoca e 70% substrato comercial para plantas, classe F. Após os 38 dias do semeio as plantas foram levadas para o campo, sendo selecionadas 10 exemplares de cada repetição, em delineamento inteiramente casualizados. Foram avaliados descritores quantitativos e qualitativos para as plantas. As análises estatísticas para descritores quantitativos dos dados obtidos. As análises estatísticas foram realizadas no software R Core Team (2024), com análise de variância uni e multivariada; análise de componentes principais e de agrupamento Tocher e análise de correlação. Os estudos sobre variabilidade fenotípica constituem uma fonte importante de informações para consulta de dados para trabalhos futuros.

**Palavras-chaves:** Variabilidade, caracteres qualitativos, caracteres quantitativos, fenótipo.

## PHENOTYPIC DIVERSITY OF PROVENANCES OF *Physalis angulata* L.

**ABSTRACT:** *Physalis* L. is one of the most important genera of the Solanaceae family, with 120 identified species. *Physalis* species, such as *Physalis angulata* L., present a wide genetic variety, which results in unique characteristics of economic interest. Despite this knowledge, little has been done for the genetic improvement of this species. To begin the improvement process, it is essential to characterize different genotypes in order to obtain knowledge about the variability of the species. The objective of this study was to evaluate the phenotypic diversity through quantitative and qualitative characters, in different provenances of *Physalis angulata* L, as a subsidy for the formation of a working collection. The experiment was conducted in Cruz das Almas, Bahia, at the experimental farm of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). Five origins were evaluated: T1- Rio de Janeiro/ RJ, T2: Ananindeua/PA, T3-São Sebastião da Amoreira/PR, T4- Feira de Santana/BA and T5- Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). After obtaining the seeds, the seedlings were produced in a greenhouse with a substrate containing 30% earthworm humus and 70% commercial substrate for plants, class F. After 38 days of sowing, the plants were taken to the field, and 10 specimens were selected from each replicate, in a completely randomized design. Quantitative and qualitative descriptors for the plants were evaluated. Statistical analyzes for quantitative descriptors of the data obtained. Statistical analyzes were performed in R Core Team (2024) software, with univariate and multivariate analysis of variance; principal component and Tocher cluster analysis and correlation analysis. Studies on phenotypic variability constitute an important source of information for data consultation for future work.

**Keywords:** Variability, qualitative characters, quantitative characters, phenotype.

## INTRODUÇÃO

*Physalis* L. é um dos gêneros mais importantes da família Solanaceae, com 120 espécies identificadas. As espécies de *Physalis*, como *Physalis angulata* L. apresentam uma ampla variabilidade genética, resultando em características únicas de interesse econômico. *Physalis angulata* L., conhecida como camapu, é encontrada em todo o Brasil e desperta interesse científico devido ao seu potencial agrônomo e farmacológico, com destaque para a fisalina, usada na prevenção e tratamento de doenças como malária e reumatismo (Cruz et al., 2013)

A exploração da variabilidade genética é crucial para um programa de melhoramento genético (Debbi et al., 2018; Sobral et al., 2012). Assim, a análise da diversidade genética através da caracterização é essencial para selecionar genótipos com características desejáveis que possam gerar ganhos genéticos em futuras gerações (Flávia Barbosa Abreu, 2005; Carmona et al., 2015; Nahak et al., 2018; Pandey et al., 2020). Para iniciar o processo de melhoramento, é essencial caracterizar diferentes genótipos a fim de obter conhecimento sobre a variabilidade da espécie. (Silva Junior et al. 2022).

A caracterização envolve a descrição de características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares, além dos potenciais agrônomo da planta (Crochemore et al., 2003). A caracterização morfológica é uma das formas mais acessíveis e simples de quantificar essa diversidade genética (Spooner et al., 2005).

Um banco ativo de germoplasma de plantas é uma coleção de material genético de plantas conservado em condições de cultivo, visando preservar a diversidade genética para uso futuro em programas de melhoramento genético, pesquisa e conservação. Além dos BAG's, as coleções de trabalho oferecerem de forma contínua uma ampla variedade genética para os melhoristas, visto que prezam realização de cruzamentos para a obtenção de novas combinações genéticas, pela manutenção da variabilidade, evitando a erosão genética que é um dos principais fatores que culminam na perda de genes e combinações genéticas (Fukuda, 1996).

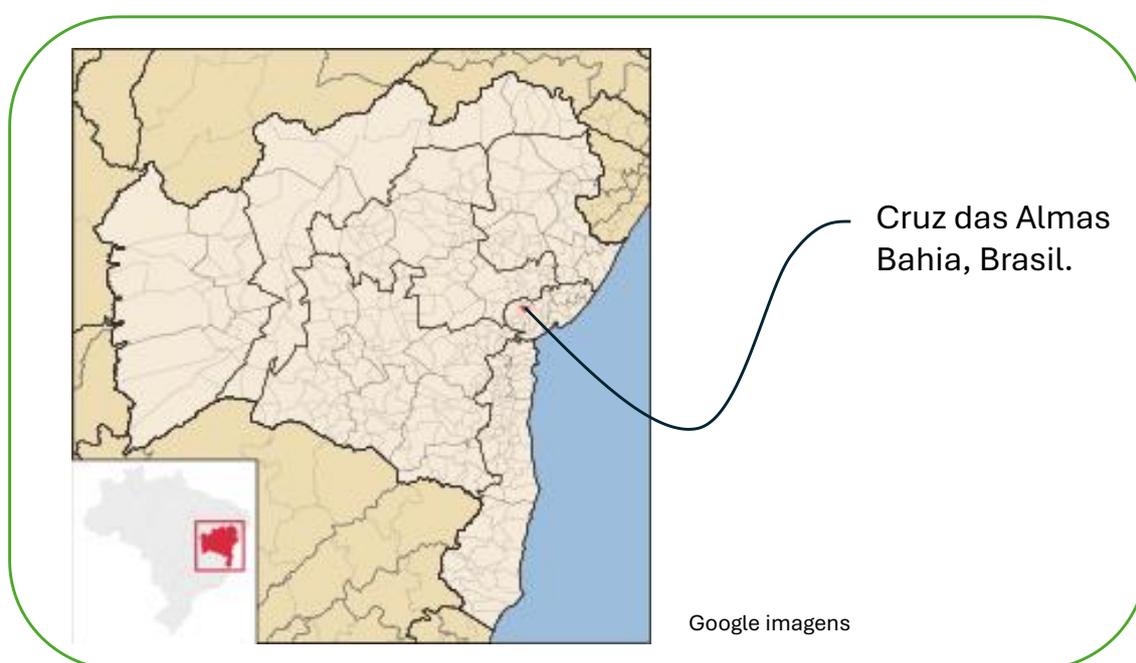
Programas de melhoramento genético são estratégias sistemáticas e contínuas para aprimorar características desejáveis em culturas agrícolas, sendo uma prática utilizada empiricamente a cerca de 13.000 anos, quando o homem deixou de ser nômade (Veasey et al. 2011).

O objetivo deste capítulo foi verificar se há diversidade fenotípica de procedências de *Physalis angulata*,L.

## METODOLOGIA

### Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido em campo, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, situada à 12° 40' 12" latitude Sul, 39° 06' 07" longitude Oeste e 220m de altitude. Cruz das Almas pertencente a microrregião de Santo Antônio de Jesus, que está inserido na mesorregião geográfica Metropolitana de Salvador, Ba, como mostra o mapa a seguir:



**Figura 1:** Localização geográfica do município de Cruz das Almas, local de condução do experimento. Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Cruz\\_das\\_Almas](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cruz_das_Almas).

O clima da microrregião é classificado como B<sub>Sa</sub> Tropical Nordeste Oriental super-úmido, sub-seca quente, com médias maiores que 18°C em todos os meses (D'ANGIOLELLA *et. al.* 2011; IBGE, 2002).

### Instalação e condução do experimento

O semeio foi realizado na casa de vegetação em 28 de abril de 2023, para obtenção das mudas. Foram utilizados tubetes de polietileno, com 3,5 cm de diâmetro na abertura superior e 12,5 cm de comprimento, foram colocados 55 cm<sup>3</sup> de substrato constituído de 30% de composto e 70% de substrato Vivatto

plus®. No centro do tubete, foi aberta uma cova com, aproximadamente, 1,5 cm de profundidade, e depositada 1 semente, que foi coberta com o mesmo substrato. Foram semeados 30 tubetes, que foram irrigados diariamente enquanto permaneceram na casa de vegetação.

Após 38 dias do semeio, no dia 5 de junho de 2023 foram transplantadas para o campo. Previamente ao transplante, o solo da área experimental foi preparado com aração e gradagem. Foram abertas covas com, aproximadamente, 10 cm de profundidade, em espaçamento entre linhas de 1,80 m e entre plantas na linha de 0,80 m. Foi utilizado sistema de irrigação por gotejamento.

O experimento contou com cinco tratamentos, correspondentes às procedências (P) de *P. angulata*: T1 - Rio de Janeiro/RJ, T2 - Ananindeua/PA, T3 - São Sebastião da Amoreira/PR, T4 - Feira de Santana/BA e T5 - Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). Foi instalado sob delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Cada repetição continha 10 plantas, totalizando 250 mudas.

Foram realizadas quatro adubações de cobertura, sendo a primeira com 45 dias após transplante, com 7g de ureia, 5g de cloreto de potássio e 10g de sulfato de magnésio por planta. As demais adubações foram realizadas a cada 14 dias com ureia e cloreto de potássio.

Foram realizadas capinas para manter as plantas de fisalis livre de competição com plantas daninhas. Não houve necessidade de aplicação de fungicidas e inseticidas. Em 28 de agosto de 2023, 83 dias após o transplante, o experimento foi encerrado.

As cidades das quais as sementes são provenientes serão caracterizadas na tabela 1, a seguir. As informações foram coletadas nas plataformas do Mapbiomas (2024), IBGE (2024) e INPE (2024).

**Tabela 1:** Características climáticas das cidades de origem das procedências

Cidade	Coordenadas geográficas	Altitude	Clima	Temperatura		
				Mín.	Méd.	Máx.
<hr/>						

Ananindeua	-1°21' 56" S	22m	Tropical úmido	e	21°C	26°C	37°C
	-48°22' 19" O						
Feira de Santana	12°09'S 38°53'O	e 234m	Subúmido Semiárido	a	22°C	24°C	34°C
Palmeiras	12°27'30"S 41°27'28"O	800m	Tropica semiúmido		11°C	23.6°C	40.2°C
Rio de Janeiro	22°54'S 43°14'O,	319m	Tropical		19°C	23.9°C	28°C
São Sebastião da Amoreira	23°27'S 50°45' O	520m	Subtropical úmido	-	10°C	20°C	30°C

### Descritores morfoagronômicos

Descritores quantitativos (Tabela 2) e qualitativos (Tabela 3) para caracterização fenotípica das procedências de *P. angulata* foram avaliados dois meses após o transplante, utilizando-se de caracteres morfoagronômicos propostos por Gonzales et al. (2008), com os ajustes necessários para a espécie.

**Tabela 2.** Descritores quantitativos para a caracterização fenotípica em frutos de *Physalis angulata*

Descritor	Metodologia
Massa fresca do fruto (MFF)	Média do peso de dez frutos maduros, ao acaso, expressa em g
Diâmetro do fruto sentido longitudinal (D1)	Média da circunferência, no eixo Norte-Sul, de dez frutos maduros, ao acaso, expressa em cm
Diâmetro do fruto sentido transversal (D2)	Média da circunferência, no eixo Leste-Oeste, de dez frutos maduro, ao acaso, expressa em cm
Número de sementes por fruto (NS)	Média de sementes de dez frutos maduros, ao acaso, expressa em sementes fruto <sup>-1</sup>
Número de frutos por planta (NF)	Contado o número de frutos produzidos por planta, expressa em frutos planta <sup>-1</sup>

Comprimento da folha (CF)	Média do comprimento foliar, da base ao ápice do limbo foliar, de cinco folhas, ao acaso, expressa em cm
Largura da folha (LF)	Média da largura do limbo foliar, na base, de cinco folhas, ao acaso, expressa em cm.
Diâmetro médio do fruto (DM)	Média do diâmetro transversal e longitudinal em cm (DM=D1 e D2)
Raio do fruto (RF)	Quociente do diâmetro médio dividido por 2 em cm (RF=DM/2)
Área do fruto (AF)	Medida da superfície do fruto em cm <sup>2</sup>
Volume do fruto (VF)	Medida do espaço ocupado pelo fruto em cm <sup>3</sup>
Densidade do fruto (DENS)	Razão entre massa e volume do fruto g/cm <sup>3</sup>
Produção de frutos por planta (PROD)	Número de frutos produzidos por planta em g

**Tabela 3:** Descritores qualitativos para a caracterização fenotípica de *Physalis angulata*

Descritor	Metodologia
Hábito de crescimento (HC)	1= Ereto; 2= Semi-ereto; 3=Prostrado
Cor do caule (CC)	1= Verde; 2= Púrpura
Pubescência do caule (PC)	1= Ausente; 2= Fraca; 3= Média; 4= Abundante
Antocianina no caule (AC)	1= Ausente; 2= Presente
Forma da base foliar (FBF)	1= Inequilátera; 2= Cuneada; 3= Oblíqua; 4= Cordada; 5=Subcordada
Pubescência do feixe de folhas (PFF)	1= Ausente; 2= Fraca; 3= Média; 4= Abundante
Pubescência ao redor das folhas (PRF)	1= Ausente; 2= Fraca; 3= Média; 4= Abundante
Antocianina nas veias foliares (AVF)	1= Ausente; 2= Presente
Posição da flor (PF)	1= Ereto; 2= Pêndula
Cor das manchas da corola (CMC)	1= Café; 2= Marrom
Cor do cálice imaturo (CCI)	1= Verde sem antocianina; 2= Verde com antocianina leve; 3= Verde com antocianina forte
Cor do pedicelo (CP)	1= Verde; 2= Púrpura
Forma do fruto (FF)	1= Redondo; 2= Ligeiramente achatado; 3= Achatado; 4= Em forma de coração
Cor do fruto maduro (CFM)	1= Verde; 2= Amarelo; 3= Amarelo esverdeado; 4= Amarelo laranja
Tipo de cálice (TC)	1= Acrescente; 2= Não acrescente; 3= Globoso

---

Forma do cálice (FC)	1= Alongado; 2= Levemente achatado; 3= Achatado
----------------------	---

---

### Analise estatística

Aos 60 dias após o plantio as seguintes variáveis foram mensuradas: número de frutos por planta (NF) , massa fresca de fruto (MFF) em g, número de sementes por fruto (NS), largura da folha em cm (LF), comprimento da folha em cm (CF), diâmetro do fruto sentido longitudinal em cm (D1), diâmetro do fruto sentido transversal em cm (D2), diâmetro médio em cm (DM=diâmetro médio, D1 e D2);Raio do fruto (RF=DM/2) em cm; área do fruto (AF) em cm<sup>2</sup>, volume do fruto em cm<sup>3</sup> (VF); densidade do fruto g/cm<sup>3</sup>(DENS); e a produção de frutos por planta em g (PROD), obtida pela multiplicação da massa fresca média do fruto e o número de frutos por planta. Para calcular a área, o volume e a densidade do fruto, empregou-se, respectivamente, as fórmulas  $AF = \pi RF^2$ ,  $VF = \frac{4\pi RF^3}{3}$  e  $DENS = \frac{MFF}{VF}$ .

As análises estatísticas foram realizadas no software R Core Team (2024). Foram realizadas análise de variância uni e multivariada; análise de componentes principais e de agrupamento Tocher com auxílio do pacote “MultivariateAnalysis” (Azevedo, 2024); e análise de correlação com o pacote “PerformanceAnalytics”(Peterson *et al.*,2022). As representações gráficas foram realizadas com auxílio do pacote “candisc” (Friendly;Fox, 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Descritores qualitativos

A aplicação dos descritores morfológicos para a caracterização de *P. angulata* não mostrou ampla variabilidade para as características qualitativas entre as procedências avaliadas.

Os resultados para caracteres qualitativos estão na tabela 4. Todas as procedências avaliadas apresentaram as mesmas características para os descritores qualitativos avaliados. Assim, não foi realizada análises estatísticas, pois os descritores avaliados apresentaram-se de forma monomórficas em todas as procedências.

**Tabela 4:** Resultados dos descritores qualitativos para a caracterização morfológica de cinco procedências de *Physalis angulata* cultivados em Cruz das Almas, Bahia.

Descritor	Característica encontrada nas Procedências P1, P2, P3, P4 e P5
Hábito de crescimento (HC)	Ereto
Cor do caule (CC)	Púrpura
Pubescência do caule (PC)	Fraca;
Antocianina no caule (AC)	Presente
Forma da base foliar (FBF)	Oblíqua
Pubescência do feixe de folhas (PFF)	Fraca
Pubescência ao redor das folhas (PRF)	Fraca
Antocianina nas veias foliares (AVF)	Presente
Posição da flor (PF)	Pêndula
Cor das manchas da corola (CMC)	Púrpura
Cor do cálice imaturo (CCI)	Marrom
Cor do pedicelo (CP)	Verde sem antocianina
Forma do fruto (FF)	Redondo
Cor do fruto maduro (CFM)	Amarelo esverdeado
Tipo de cálice (TC)	Acrescente

---

Forma do cálice (FC)	Alongado
----------------------	----------

---

A espécie *Physalis angulata* tem como característica caule angular, folhas ovadas a lanceoladas e os frutos possuem cor verde amarelada. *P. angulata* é classificada como espécie autógama (Silva Junior et al.2022), ou seja, são capazes de se autopolinizar. As espécies autógamas têm tendência de serem mais homogêneas geneticamente que as espécies alógamas. Isso ocorre, pois, a autofecundação tende a fixar alelos na população, tornando os indivíduos mais homogêneos geneticamente e, conseqüentemente, fenotipicamente. Entretanto, mesmo em espécies autógamas, pode haver alguma variabilidade genética devido a mutações, fluxos gênicos ocasionais de cruzamentos entre plantas diferentes.

A cor do fruto maduro foi classificada como amarelo-esverdeado para todas as procedências. Esse resultado está de acordo com a classificação de cores para a espécie *P. angulata* L., conforme a tabela de cores da Royal Horticultural Society. O mesmo padrão observado para a cor púrpura da corola, predominante nessa espécie (Tanan et al.2019).

### **Descritores quantitativos nas diferentes procedências**

As procedências deste experimento apresentaram elevada sobrevivência em campo, o que demonstra alta plasticidade fenotípica para espécie, ainda que originárias de diferentes localidades, o comportamento apresentado caracteriza a *Physalis angulata* como uma planta que possui a capacidade em se adaptar a diferentes condições ambientais.

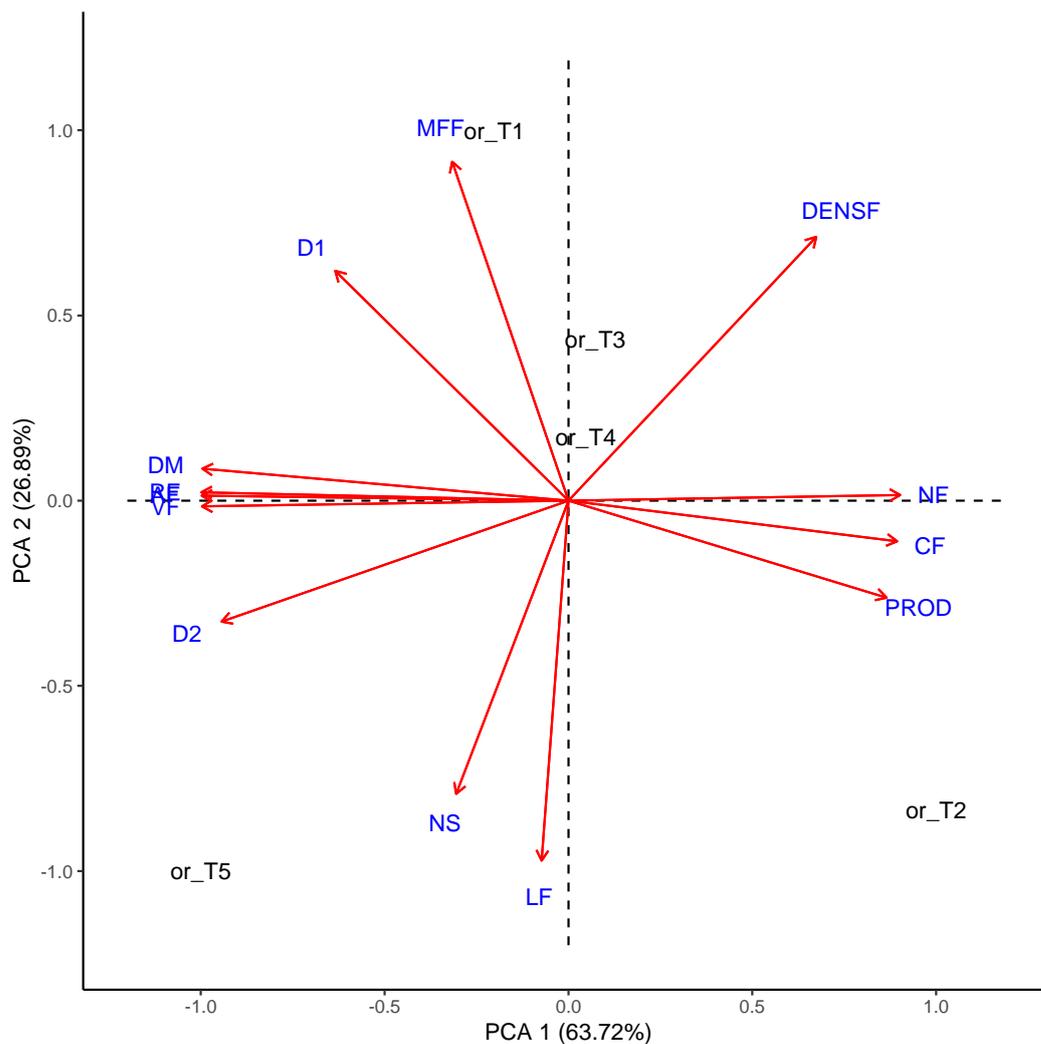
A análise de componentes principais, com soma dos valores dos dois primeiros eixos igual a 90.61%, a qual indica que a discriminação entre as origens foi eficiente, evidencia o isolamento da origem T5 e T2, enquanto as origens T1, T3 e T4 estão mais próximas (Figura 1).

No quadrante 1 (lado esquerdo superior) está posicionada à origem 1, com maior diâmetro do fruto no sentido longitudinal (D1), massa fresca do fruto (MFF), diâmetro médio (DM) e o raio do fruto (RF). No quadrante 2 (lado direito superior) estão a origem 3 e 4 que possuem os maiores valores associados a densidade do fruto (DF) e o número de frutos por plantas (NF). A origem 5

localizada no quadrante 3 (lado esquerdo inferior) possui melhor desempenho nos índices nos dados de volume do fruto (DF) diâmetro do fruto no sentido transversal (D2), número de sementes por frutos (NS) e largura da folha (LF). Por fim, no quadrante 4 (lado direito inferior) está a origem 2 com os melhores resultados na produção de frutos por plantas (PROD) e comprimento da folha (CF).

O agrupamento 1 (T1, T3 e T4) disperso no primeiro e segundo quadrantes, através das observações realizadas, sugerem que o mesmo agrega frutos de maior tamanho e maior peso, o que de fato se confirma a julgar pelos valores correspondentes às médias das variáveis atribuídas as origens (Tabela 7).

Enquanto isso, as origens T2 e T5 se distanciam do primeiro agrupamento e entre si, ficando isoladas.



**Figura 2:** Análise de Análise de componentes principais das origens de *P. angulata* em resposta a variáveis analisadas aos 60 dias após plantio

A análise de agrupamento pelo método Tocher, separa as origens em três grupos, o grupo 1 formado pelas origens T1, T3 e T4; grupo 2 contendo a origem T2 e o grupo 3, com a origem T5, confirmando o que foi observado na análise de componentes principais.

Os resultados das análises de variância de cada variável em estudo revelaram que as origens avaliadas diferenciaram quanto as variáveis massa fresca de frutos (MSS); número de sementes por fruto (NS); diâmetro longitudinal (D1), transversal (D2) e médio (DM) do fruto; raio do fruto (RF); área do fruto (AF), volume do fruto (VF) e densidade do fruto (DENS) (Tabela 5). Entretanto, as variáveis D1 e VF, não atendem aos pressupostos de homoscedasticidade

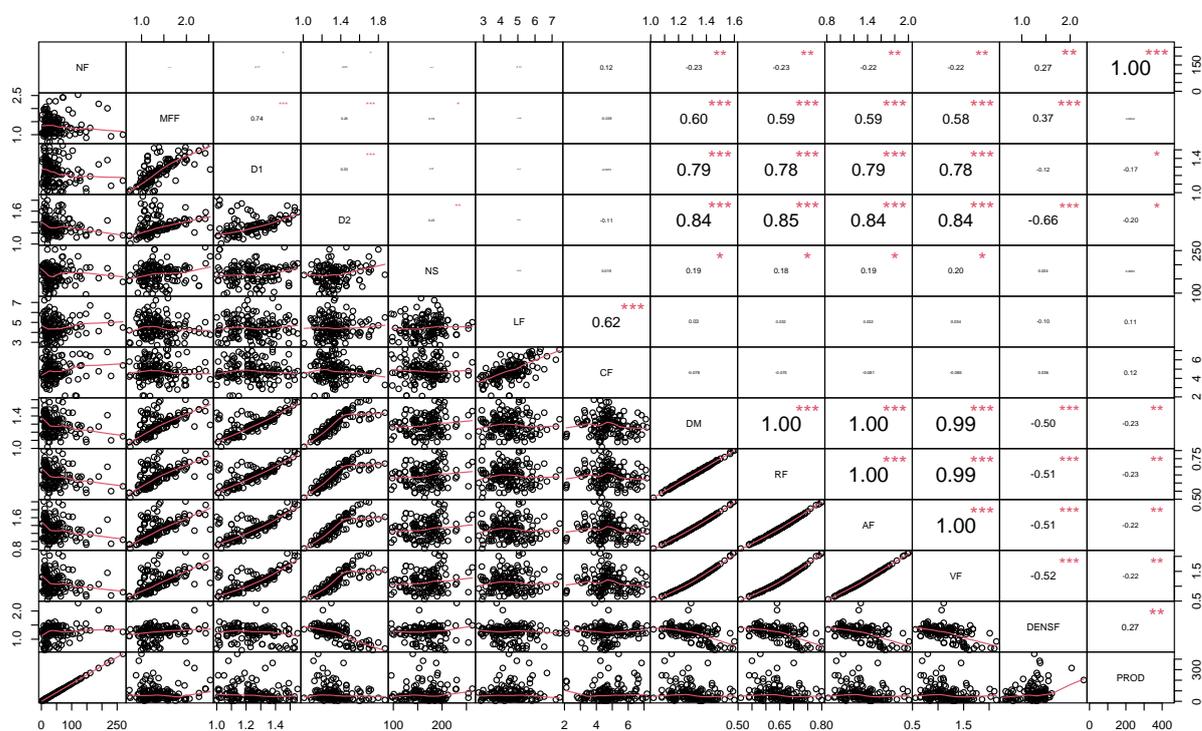
com p-valor do teste de Bartlett inferior a 0.01. Portanto, as variáveis NS, MSS, D2, DM, RF, AF e DENS são marcadores fenotípicos adequados para discriminar as origens de *P. angulata* em estudo.

**Tabela 5:** Resultados da análise de variância e testes de pressupostos para número de frutos por planta (NF), massa fresca de fruto (MFF), número de sementes por fruto (NS), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), diâmetro fruto sentido longitudinal (D1), diâmetro fruto sentido transversal (D2), diâmetro médio (DM); Raio do fruto (RF); área do fruto (AF); volume do fruto (VF); densidade do fruto (DENS); e a produção de frutos por planta (PROD).

Variável	F <sub>calculado</sub> /p-valor	Shapiro/p-valor	Bartlett/p-valor
NF	1.97/0.138	0.91/0.03	18.30/0.001
MFF	18.43/<0.001	0.96/0.46	5.03/0.28
NS	11.16/<0.001	0.93/0.09	5.65/0.23
LF	0.87/0.500	0.97/0.66	3.92/0.42
CF	0.86/0.503	0.97/0.72	7.56/0.11
D1	3.42/0.028	0.97/0.80	16.1/0.003
D2	17.69/<0.001	0.95/0.25	12.5/0.01
DM	12.79/<0.001	0.97/0.68	9.92/0.04
RF	12.87/<0.001	0.97/0.67	9.97/0.04
AF	11.81/<0.001	0.96/0.47	11.89/0.02
VF	10.82/<0.001	0.95/0.33	13.85/0.008
DENS	18.03/<0.001	0.89/0.01	4.77/0.31
PROD	1.79/0.171	0.91/0.03	17.24/0.002

A MANOVA é uma técnica útil para discriminar grupos em função de várias variáveis ao mesmo tempo. Mas, o número de variáveis a serem testadas depende do número de repetições. No experimento em análise, são cinco

repetições, logo podemos utilizar na MANOVA, com no máximo cinco variáveis. A análise de variância demonstrou que existem sete variáveis promissoras (Tabela 5). Foram eliminadas variáveis respostas com correlação significativa e forte ( $> 0.7$ ), mantendo apenas uma no caso de elevada correlação significativa de mesma direção. Como mostra a figura 3 as correlações entre DM e D2 é elevada e significativa, portanto, para realização da MANOVA foi utilizado o diâmetro médio (DM). O DM correlacionou fortemente com RF e AF, enquanto RF e AF, também são altamente correlacionados. Assim para MANOVA foram utilizadas as variáveis NS, MFF, DM e DENF.

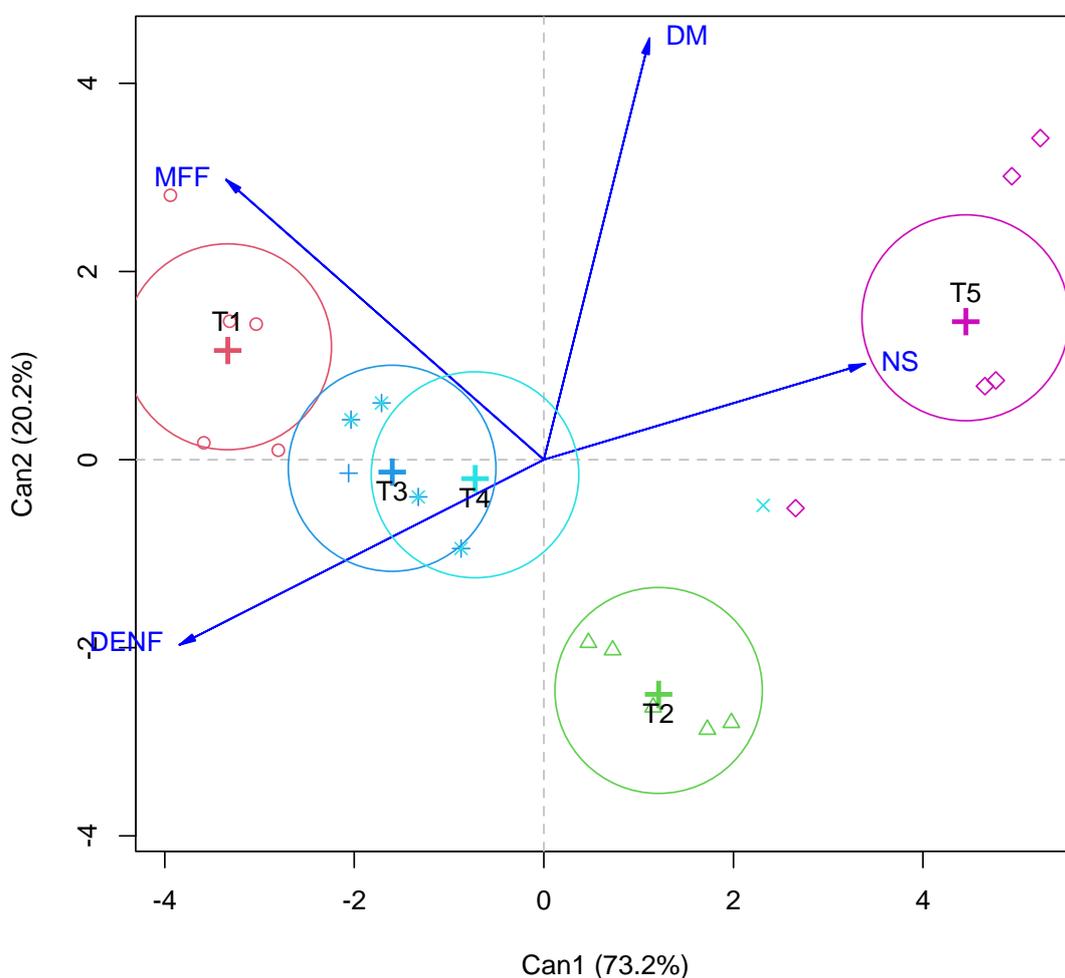


**Figura 3:** Análise de correlação entre as variáveis mensuradas

Os testes de significância comprovaram a diferença existente entre as origens do estudo (Tabela 6), evidenciando maior proximidade entre as origens T1, T3 e T4, enquanto as origens T2 e T5 se distinguem entre si e das demais origens avaliadas (Figura 4).

**Tabela 6.** Testes de significância para análise de variância multivariada (MANOVA)

Testes	Valor do teste	Aproximação F	p-valor
Pillai	2.07	5.34	1.74e-07
Lambda wilks	0.016	9.39	2.39e-10
Roy	8.87	44.36	1.14e-09
Hotelling-Lawley	12.12	11.74	3.18e-13



**Figura 4:** Dispersão gráfica dos escores nos dois eixos representativos das duas primeiras variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) relativo as origens de *P. angulata*

Os dados referentes a produção de frutos (PROD), evidencia que não houveram diferenças significativas entre as origens (tabela 7), sendo plantas com elevada produção, embora dentro das repetições há indivíduos superiores.

**Tabela 7:** Medias de posição e de dispersão das variáveis em estudo

Massa fresca de fruto (g)					
	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.65	1.83	1.48	7.54	1.63
T2	1.08	1.14	1.05	3.73	1.08
T3	1.37	1.49	1.25	6.65	1.37
T4	1.32	1.49	1.15	9.79	1.32
T5	1.21	1.38	1.08	11.03	1.18

Diâmetro médio do fruto(cm)					
	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.31	1.38	1.25	3.93	1.32
T2	1.16	1.19	1.14	1.75	1.16
T3	1.27	1.30	1.23	2.23	1.26
T4	1.27	1.30	1.23	2.20	1.27
T5	1.38	1.47	1.27	6.19	1.36

Densidade do fruto (g/cm <sup>3</sup> )					
	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.40	1.60	1.33	8.40	1.34
T2	1.30	1.37	1.26	3.33	1.29

T3	1.28	1.36	1.18	5.54	1.27
T4	1.23	1.34	1.09	7.87	1.26
T5	0.91	1.15	0.84	14.76	0.85

## Número sementes por fruto

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	164	182	152	6.75	163
T2	171	179	164	3.96	170
T3	154	161	147	3.33	154
T4	159	177	147	7.16	155
T5	185	191	181	2.14	184

Área do fruto (cm<sup>2</sup>)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.35	1.49	1.23	7.76	1.38
T2	1.07	1.11	1.03	3.60	1.06
T3	1.26	1.34	1.20	4.38	1.25
T4	1.27	1.34	1.20	4.33	1.27
T5	1.51	1.72	1.26	12.36	1.45

## Diâmetro do fruto sentido longitudinal (cm)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.31	1.38	1.24	4.44	1.32
T2	1.13	1.15	1.11	1.32	1.12
T3	1.20	1.34	1.20	3.40	1.30
T4	1.18	1.28	1.07	6.6	1.17
T5	1.20	1.40	1.10	12.3	1.30

## Diâmetro do fruto sentido transversal (cm)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	1.31	1.37	1.26	3.46	1.31
T2	1.20	1.24	1.17	2.26	1.19
T3	1.30	1.30	1.30	1.50	1.30
T4	1.26	1.39	1.14	7.76	1.28
T5	1.50	1.60	1.40	1.28	1.50

## Largura da folha (cm)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	4.19	4.98	3.39	17.54	4.01
T2	4.77	5.60	3.70	17.60	4.78
T3	4.40	6.00	3.60	20.60	4.10
T4	4.34	4.66	3.73	8.49	4.52
T5	4.90	5.30	4.30	9.30	5.10

## Comprimento da folha (cm)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	4.76	6.03	3.60	22.93	4.63
T2	5.24	6.12	4.45	13.25	5.18
T3	4.60	5.90	3.40	20.50	4.40
T4	4.87	5.55	4.34	9.02	4.86
T5	4.40	4.70	4.10	6.10	4.60

## Raio do fruto (cm)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	0.65	0.69	0.62	3.93	0.66
T2	0.58	0.59	0.57	1.75	0.58
T3	0.60	0.70	0.60	2.20	0.60
T4	0.63	0.65	0.62	2.20	0.64
T5	0.70	0.70	0.60	6.20	0.70

Volume do fruto (cm<sup>3</sup>)

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
--	-------	--------	--------	-----	---------

T1	1.19	1.38	1.03	11.48	1.23
T2	0.84	0.90	0.79	5.62	0.82
T3	1.10	1.20	1.00	6.50	1.11
T4	1.08	1.17	0.99	6.41	1.08
T5	1.40	1.70	1.10	18.50	1.30

Produção de frutos por planta

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	68.54	110.89	28.00	57.33	5.48
T2	134.40	311.16	37.09	90.57	76.03
T3	70.6	129.4	45.60	49.70	53.08
T4	47.82	85.30	36.90	44.09	37.27
T5	43.60	66.10	17.40	50.60	55.60

Número de frutos por planta

	Média	Máximo	Mínimo	CV%	Mediana
T1	39.56	65.60	16.10	56.93	30.9
T2	85.28	193.40	21.00	90.33	51.60
T3	42.30	77.6	27.30	49.70	32.20
T4	28.36	51.20	20.80	45.29	23.78
T5	26.60	37.00	10.40	50.80	35.30

## CONCLUSÃO

Fica em evidência a importância das variáveis utilizadas no estudo, pois mesmo com diferentes análises estatísticas levaram ao mesmo resultado, pois os grupos formados em todas as análises foram os mesmos. Evidenciando a proximidade entre as origens 1,3 e 4, formando o maior agrupamento e o distanciamento entre as origens 2 e 5 do grupo principal.

As procedências de *Physalis angulata* avaliadas não mostraram variabilidade para as características qualitativas. Para as características quantitativas, houveram diferenças significativas para todas avaliadas, visto que, através destas foi possível discriminar as origens, evidenciando a diversidade fenotípica entre as mesmas.

As plantas instaladas em campo apresentaram bom desempenho nas condições climáticas da região, resultando na sobrevivência de todos os indivíduos até a fase final do experimento, conferindo a característica de alta plasticidade fenotípica às origens.

Os resultados apresentados atendem aos objetivos do trabalho, dito isso, o pontapé inicial da fase de pré melhoramento foi concluído, pois além das informações bases sobre a espécie, também foi possível a coleta de material de todas as origens, estando a disposição para trabalhos posteriores.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, T. F. ABAD; J. I. M.; AGUIAR, A. M. (1996). Melhoramento genético do eucalipto. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte (Brasil)**, v. 18, p. 32-51, 1996.

Azevedo, A. M.. **MultivariateAnalysis: Pacote Para Análise Multivariada, 2024**. Doi: [10.32614/CRAN.package.MultivariateAnalysis](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.MultivariateAnalysis)

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de plantas autógamas por hibridação. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em [www.bespa.agrarias.ufpr.br](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br)., p.11-17

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Introdução de Plantas. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em [www.bespa.agrarias.ufpr.br](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br)., p.36-38

CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Brazilian Journal of Botany**, v. 26, p. 131-140, 2003.

CERUTTI, P. H.; SANTOS, M.; GEMELI, M. S.; SILVA, J. A.; ALMEIDA, E. L.; OLIVEIRA, I. A.; BARICHELLO, E. C.; FLORIANE, T. O. Seleção recorrente como ferramenta no melhoramento de plantas autógamas. **Revista Agronomia Brasileira**, v.3, n.3, p. 4, 2019.

COELHO, C. P.; RODRIGUES, E. A.; SANTOS, I. M.; elementos que evidenciam variações fenotípicas em resposta a seleção natural observado na germinação do *Helianthus sp.* **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu – MG.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. **Caracterização climática dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano**. Embrapa Mandioca e fruticultura, Cruz das Almas, 5fls, 2011.

**EMBRAPA**. Embrapa Solos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos>. Acesso em: 12 out. 2024.

**FEPAGRO**. Recursos vegetais e melhoramento genético: conceitos e aplicações. /Juliano Garcia Bertoldo; Raquel Paz da Silva; Rodrigo Favreto. – Porto Alegre: Fepagro, 2016. p.100.

Friendly, M; Fox, j. Reference manual: Package candisc, 2024. Doi: [10.32614/CRAN.package.candisc](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.candisc)

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agrônômicos para caracterização de mandioca (*manihot esculenta crantz*)**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1998. 38 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

**INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Boletim de clima espacial. Disponível em: < <https://www.gov.br/inpe/pt-br>> . Acesso em outubro de 2024.

KALIL FILHO, A. N., CLEMENT, C. R., DE RESENDE, M. D. V., DE FARIAS NETO, J. T., BERGO, C. L., YOKOMIZO, G. K. I., MODOLO, V. A. Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, **IAC e INPA**. 2010

LOMÔNACO, C.; GERMANOS, E. Variações fenotípicas em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em resposta à competição larval por alimento. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 223-231, 2001.

LIMA, N. R. W., SODRÉ, G. A.; LIMA, H. R. R.; PAIVA, S. R.; LOBÃO, A. Q.; COUTINHO, A. J. Plasticidade fenotípica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, n. 2, p. 017, 2017.

LIMA, C. S. M. GALARÇA, S. P., BETEMPS, D. L., ANDREA DE ROSSI RUFATO, A. R., RUFATO, L. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n. 4, p. 1004-1012.

MAPBIOMAS. **Mapbiomas: coleção 5 - mapeamento de uso e cobertura da terra no Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 out. 2024.

PETERSON ET AL. Manual Package 'PerformanceAnalytics',2022.  
[Doi:10.32614/CRAN.package.PerformanceAnalytics](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.PerformanceAnalytics)

R Core Team (2024). *\_R: A Language and Environment for Statistical Computing\_*. R

Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

SANTOS, L. G. D. Adaptação do método aglomerativo de SCOTT-KNOTT a dados de contagem. Departamento de Estatística. Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, MG. 57 fls, 2022.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* v. 30, p. 507-512. 1974.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Informações municipais**. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 01 de julho de 2023.

VEASEY, E. A., PIOTTO, F. A., NASCIMENTO, W. F. D., RODRIGUES, J. F., MEZETTE, T. F., BORGES, A., MISTRO, J. C. (2011). Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1218-1228, 2011.

VIEIRA, E. A., FIALHO, J. D. F., SILVA, M. S., & FALEIRO, F. G. Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca do Cerrado acessada por meio de descritores morfológicos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 179. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2007. 2007.

TANAN, T. T., NASCIMENTO, M. N., LEITE, R.M. produção e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 113–121, 2019. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1828>. Acesso em: 25 jul. 2024.

## CAPÍTULO II

### MAPA DE FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata*

CRUZ DAS ALMAS- BAHIA  
2024

## MAPA DE FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO EM PROCEDÊNCIAS DE *Physalis angulata* L.

**RESUMO:** *Physalis angulata* L., conhecida como camapu, joá-de-capote, sacco-de-bode, bucho-de-rã e mata-fome, pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil. Possui flores hermafroditas, sistema reprodutivo autogâm e informações sobre a florescimento e frutificação de quaisquer espécies tem enorme valoração no meio científico, pois o conhecimento sobre florescimento e frutificação de espécies constitui uma das principais ferramentas usadas por melhoristas para elaboração de planejamento para obtenção de sementes e frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia floral e frutificação em diferentes procedências de *Physalis angulata* L. como subsídio para o melhoramento genético da espécie. O experimento foi conduzido em Cruz das Almas na Bahia, na fazenda experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Foram avaliadas seis procedências: T1- Vinhedo/SP, T2- Rio de Janeiro/ RJ, T3: Ananindeua/PA, T4-São Sebastião da Amoreira/PR, T5- Feira de Santana/BA e T5- Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). Após a obtenção das sementes, as mudas foram produzidas em casa de vegetação com substrato contendo 30% húmus de minhoca e 70% substrato comercial para plantas, classe F. Após os 38 dias do semeio as plantas foram levadas para o campo, sendo selecionadas 10 exemplares de cada repetição, em delineamento inteiramente casualizados com 50 plantas por procedência. A irrigação foi realizada através de gotejamento e as avaliações realizadas durante o período de junho a agosto de 2023. As variáveis analisadas foram número de flores (NFL) contados em flores viáveis e na antese e número de frutos (NFR) contados quando estavam totalmente formados próximos ao ponto de colheita, avaliados semanalmente. As variáveis foram submetidas a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skot-knot a 5% de probabilidade. Foi realizado um dendrograma de dissimilaridade baseado na distância euclidiana com ligação completa. O mapa de calor foi gerado a partir da média de florescimento e frutificação de cada procedência. Todas as análises foram realizadas com auxílio do pacote AgroR do software R versão 4.01. Os resultados mostraram que a maior produção de flores e frutos deu-se em julho e agosto, meses com altas índices pluviométricos e baixas temperaturas. As procedências com melhores desempenhos são procedências originárias da Região Sul e Sudeste, juntamente com as provenientes do Norte e Nordeste. A frutificação nas procedências teve aumento que variou de leve, moderado a alto no decorrer nos dias avaliados. Já as flores mostraram pico de florescimento e queda da produção de flores ocorrendo aos 30 a 40 dias após o plantio no campo, sendo que essa queda não influenciou na produção de frutos. O mapa de calor destacou a procedência 4 como altamente produtiva tanto para flores como para frutos. O dendrograma de dissimilaridade teve bom ajuste no agrupamento das procedências. Esses resultados fornecem informações básicas sobre o florescimento e frutificação das diferentes procedências e atuam como subsídio para o estabelecimento de uma coleção de trabalho para melhoramento genético da espécie.

**PALAVRAS-CHAVES:** Número de flores, número de frutos, temperatura, dendrograma de dissimilaridade.

## MAP OF FLOWERING AND FRUITING IN ORIGINS OF *Physalis angulate* L.

**ABSTRACT:** *Physalis angulata* L., known as camapu, joá-de-capote, saco-de-bode, bucho-de-rã, and mata-fome, can be found in all regions of Brazil. It has hermaphroditic flowers and an autogamous reproductive system. Information on flowering and fruiting of any species is highly valued in the scientific community, as knowledge about these processes is a crucial tool for breeders in planning for seed and fruit production. The objective of this study was to evaluate the floral phenology and fruiting in different provenances of *Physalis angulata* L. as a subsidy for the genetic improvement of the species. The experiment was conducted in Cruz das Almas, Bahia, at the experimental farm of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). Six provenances were evaluated: T1 - Vinhedo/SP, T2 - Rio de Janeiro/RJ, T3 - Ananindeua/PA, T4 - São Sebastião da Amoreira/PR, T5 - Feira de Santana/BA, and T6 - Palmeiras (Chapada Diamantina/BA). After obtaining the seeds, the seedlings were produced in a greenhouse with a substrate containing 30% earthworm humus and 70% commercial plant substrate, class F. After 38 days from sowing, the plants were taken to the field, with 10 specimens selected from each repetition, in a completely randomized design with 50 plants per provenance. Irrigation was performed through drip irrigation, and evaluations were conducted from June to August 2023. The variables analyzed were the number of flowers (NFL), counted as viable flowers in anthesis, and the number of fruits (NFR), counted when fully formed and near harvest point, evaluated weekly. The variables were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test at a 5% probability level. Multivariate analysis was performed, and the provenances were grouped by a dissimilarity dendrogram. A heatmap was generated from the average flowering and fruiting of each provenance. All analyses were performed using the AgriR package of the R software version 4.01. The results showed that the highest production of flowers and fruits occurred in July and August, months with high rainfall indices and low temperatures. The best-performing provenances originated from the South and Southeast regions, along with those from the North and Northeast. Fruiting in the provenances increased from slight to moderate and high over the evaluated days. Flowers showed a peak of flowering and a drop in production occurring 30 to 40 days after field planting; however, this drop did not affect fruit production. The heatmap highlighted provenance 4 as highly productive for both flowers and fruits. The dissimilarity dendrogram showed good adjustment in the grouping of the provenances. These results provide basic information about the flowering and fruiting of the different provenances and serve as a subsidy for establishing a working collection for the genetic improvement of the species.

**KEY-WORDS:** Number of Flowers, Number of Fruits, Temperature, Dendrogram of Dissimilarity

## INTRODUÇÃO

*Physalis angulata* L., conhecida como camapú, juá-de-capote, saco-de-bode, bucho-de-rã e mata-fome, pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil (Corrêa, 1984). Esta planta apresenta um bom potencial farmacológico, pois a fisalina, um composto produzido por ela, pode ser utilizada na prevenção e/ou cura de várias doenças, como malária e reumatismo (Cruz et al. 2013).

Os frutos apresentam um desenvolvimento peculiar, permanecendo dentro do cálice durante todo o período de crescimento e maturação. Por ser uma espécie rústica, o camapu pode ser cultivado sem a necessidade de grandes tecnologias (Cruz et al.2013). Além disso, pode ser consumido in natura e atender à demanda das indústrias farmacêutica e de cosméticos, sendo uma fonte alternativa de renda para a agricultura familiar (Oliveira, 2018).

A *Physalis* possui flores hermafroditas (Carvalho e Bovini, 2006; Zimmer, 2009; Figueiredo et al, 2020), autógamias (Chaves, 2017; Pavanelo, 2019), ou seja, apresentam uma alta taxa de autofecundação, em torno de 95%, a fecundação cruzada ou cruzamentos naturais também podem ocorrer, porém com taxas muito baixas, em torno de 5% apenas.

Isso significa que os indivíduos dessas espécies são predominantemente homozigóticos, pois autofecundações sucessivas levam a esta característica. A homozigose consiste em linhas puras ou mistura de linhas fenotipicamente semelhantes, neste caso a variabilidade fenotípica ocorre por mutações e cruzamentos raros, além da mistura de diferentes genótipos homozigotos, por esse e outros fatores como o grau de endogamia dentro da espécie, o conhecimento da biologia floral e reprodutiva é de grande relevância.

O conhecimento sobre a fenologia de qualquer espécie é fator fundamental para desenvolvimento de técnicas de manejo, colheita de frutos e sementes na época adequada de maturação fisiológica, além da elaboração de programas de melhoramento genético compatível com a espécie trabalhada. De acordo com Silva (2022) e Ferreira et al.(2021) o abastecimento de bancos de germoplasma está associado ao conhecimento sobre a fenologia das espécies, podendo selecionar os indivíduos de maior destaque, além disso a posse dessas informações torna possível o fornecimento de sementes mesmo em condições de baixa produção de flores sendo possível contornar a situação, realizando

cruzamentos em menor número, concomitantemente a produção de fruto também será reduzida, mas ainda assim os bancos de germoplasma receberão suprimento necessário para manutenção e funcionamento.

Dito isto, a obtenção de informações sobre a florescimento e frutificação de quaisquer espécies tem enorme valoração no meio científico, pois o conhecimento sobre florescimento e frutificação de espécies constitui uma das principais ferramentas usadas por melhoristas para elaboração de planejamento para obtenção de sementes e frutos. Fischer (2000) afirma que temperaturas muito altas podem prejudicar a floração e frutificação de *Physalis*. Para *P. angulata*, os melhores índices produtivos ocorrem entre 23 a 26°C.

Segundo Camilo et al. (2013) o entendimento dos padrões vegetativos e reprodutivos permite o estudo das causas e manifestações fenotípicas de fenômenos de floração e frutificação, em casos de plantas tropicais o ritmo que esses fenômenos ocorrem sofrem grande influência de fatores climáticos, edáficos e biológicos.

O objetivo deste trabalho foi descrever a fenologia floral e frutificação em procedências de *Physalis angulata* L..

## METODOLOGIA

### Dados de florescimento e frutificação

O florescimento e frutificação foram avaliados semanalmente, a partir de 06 de junho de 2023, contando-se o número de flores em antese e frutos maduros. Esses dados foram coletados por parcela, contudo, devido ao tamanho do experimento, foi necessário sortear 3 plantas dentro de cada repetição para contagem das flores e frutos, totalizando 15 plantas por procedência e 90 plantas em todo experimento. As demais plantas eram avaliadas, através do critério de presença ou ausência desses elementos.



**Figura 1:** Procedências de *P. angulata* com flor e fruto (A, B, C e D)

### Analises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott-knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do AgroR do software R versão 4.01(R CORE TEAM, 2024)

O dendrograma e o mapa de calor foram construídos utilizando os dados de florescimento e frutificação coletados nas avaliações. Foi utilizada a distância euclidiana como medida de similaridade e o método de ligação completa entre grupos para agrupamento. O dendrograma com mapa de calor foi construído empregando o pacote ComplexHeatmap (Gu, 2022) do software R versão 4.4 (R Core Team, 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

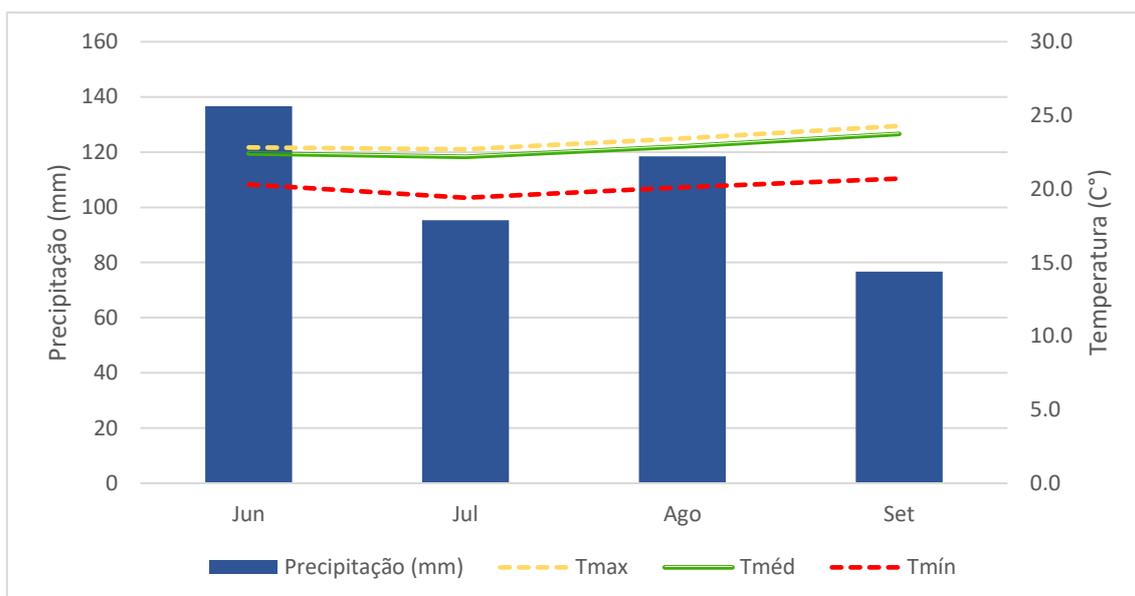
### Florescimento e Frutificação em função do tempo

De acordo com Muniz e colaboradores (2010), o cultivo do gênero *physalis* pode ocorrer tanto na região Sul quanto na região Nordeste do Brasil. Na Região Sul com clima predominante subtropical, temperaturas que variam abaixo de 18°C no inverno, podendo chegar a 30°C no verão, a cultura é considerada anual. Enquanto na Região Nordeste o clima varia bastante, podendo ser tropical seco e úmido, equatorial, semiárido e tropical atlântico, sendo esta região dividida em quatro sub-regiões.

A cidade na qual o estudo foi realizado fica na sub-região da zona da mata com clima predominante tropical quente e úmido com temperaturas médias anuais em torno de 25°C. Em regiões com esse tipo de clima a espécie pode apresentar um ciclo mais longo, com até três anos de duração (Rufato et al., 2013).

Os níveis de precipitação do inverno de 2023 do município são considerados dentro do esperado (Figura 2). Em média, ao longo da estação o mês com maior precipitação é junho, com 136.6 mm contabilizados, seguido pelos meses de agosto (118.5 mm) e julho (95.3 mm), considerados respectivamente, meses em que se inicia a primavera e finaliza o inverno.

O inverno de Cruz das Almas, geralmente é curto e agradável, com temperaturas que variam entre 18 °C e 29 °C. O mês mais frio do inverno cruzalmense do ano de 2023 foi registrado no mês de julho, com temperatura mínima de 19.4°C e máxima de 22.7°C, coincidentemente esse mês foi que registrou a menor precipitação da estação.



**Figura 2:** Gráfico de precipitação e temperatura correspondentes ao inverno de 2023 em Cruz das Almas-Bahia, período de instalação e avaliação do experimento

O início do florescimento deu-se ainda no viveiro, quando algumas procedências já apresentavam botões florais, que se intensificou em campo (Figura 3). As procedências 2, 3, 4 e 5 apresentam curva de florescimento semelhante, havendo um pico de floração mais evidente nos primeiros 10 dias. Esse período corresponde ao mês de junho, período este que apresentou a época mais chuvosa da estação com 136.6 mm registrados e temperatura média de 22.4 C°.

As procedências 2 e 3 apresentaram crescimento da frutificação muito semelhantes, com alta produtividade quando comparadas as demais procedências, com produção média de 80 frutos/planta. Essas procedências da espécie *P. angulata* são provenientes da região Sudeste e Norte do Brasil, ambas com climas predominantes distintos entre si. No entanto, as procedências provenientes destas regiões apresentaram excelente desempenho, com produtividade elevada e frutos com qualidade. O pico máximo de produção das procedências ocorreu entre o 65° e 70° dia o campo, ou seja, em agosto, mês que apresentou temperatura média de 22.9 °C.

As procedências de *P. angulata* 4 e 5 são provenientes da região Sul e Nordeste respectivamente, que possuem climas completamente diferentes,

apresentaram comportamento semelhante, com média de 45 frutos plantas em seu pico máximo de frutificação, corroborando com Muniz et al. (2010) quando afirma que o cultivo de *Physalis sp*, pode ocorrer em diversas regiões do país, com climas diferentes.

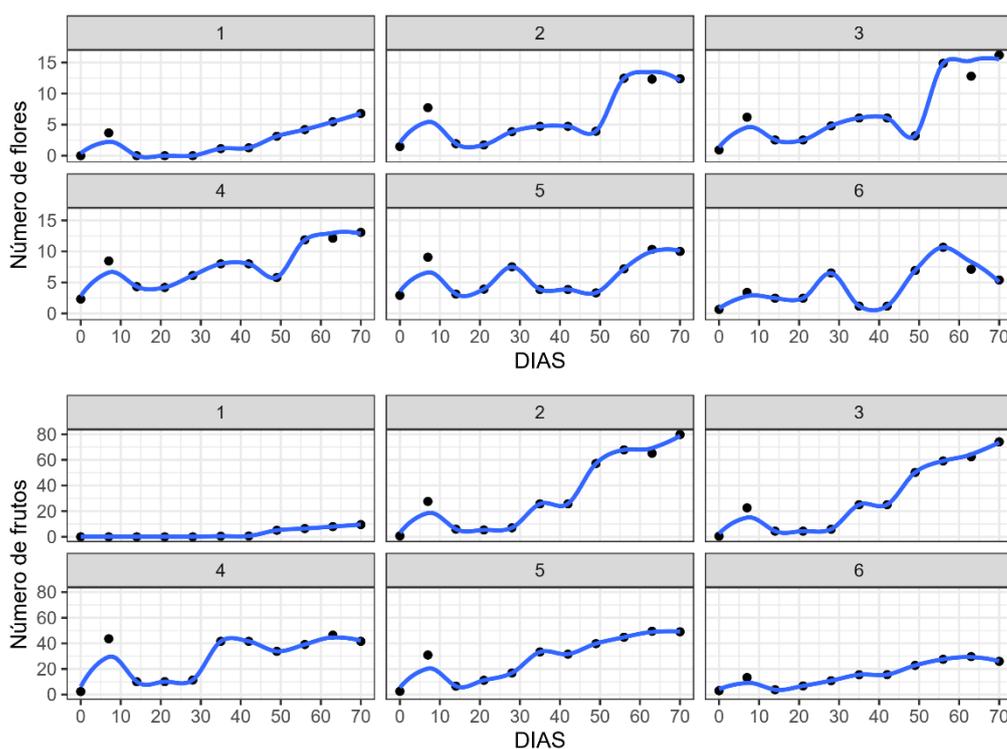
A curva de florescimento e frutificação apresentada pela procedência 1 foi diferente das demais, além do número de flores e frutos serem em menor quantidade, não havendo sincronização na emissão dos mesmos. Este acontecimento pode ser explicado pela diferença entre genótipos, pois a procedência 1 mostrou diferenças marcantes das demais procedências. O pico de floração e frutificação da procedência 1 foi registrado após a finalização da colheita dos frutos das outras cinco procedências.

A procedência 1 foi inicialmente identificada como *Physalis angulata* para o trabalho. No entanto, durante a etapa de plantio, uma nova identificação das procedências foi realizada, e T1 foi classificada como *Physalis pubescens*.. De acordo com os descritores propostos pela Universidade Nacional da Colômbia (Gonzales et al., 2008) para o gênero *Physalis*, a procedência T1 não difere das demais procedências nas variáveis qualitativas e, portanto, não pode ser classificada como uma espécie diferente das outras.

Em um trabalho realizado por Tanan et al. (2018), o comportamento apresentado por *P. angula* quanto ao aumento do número de frutos possui médias aproximada de 140, 5 frutos/planta respectivamente, aos 54 dias de cultivo. O gráfico apresentado na figura 3 mostra que os resultados alcançados durante o experimento entre 50 e 60 dias para procedência 1 o número de frutos não passou de 10 frutos por planta, enquanto que as demais procedências apresentaram quantidades elevadas no mesmo período.

A procedência 6 apresentou dois picos significativos de florescimento aos 30 e 55 dias, correspondentes aos meses de julho e agosto, mas a frutificação da mesma não apresentou picos com a mesma intensidade, sendo o crescimento da sua produção constante, podendo assim inferir que os picos de floração para essa procedência não têm relação direta com o número de frutos, além disso a queda na produção de flores da mesma iniciou antecipadamente em relação as demais.

A procedência 6, originária da região da Chapada Diamantina na Bahia, apresentou comportamento distinto das demais. Esse desempenho pode ser explicado por diferenças genéticas e fenotípicas, visto que, as características apresentadas por essa procedência colocavam-na em destaque quando comparadas com as demais procedências.



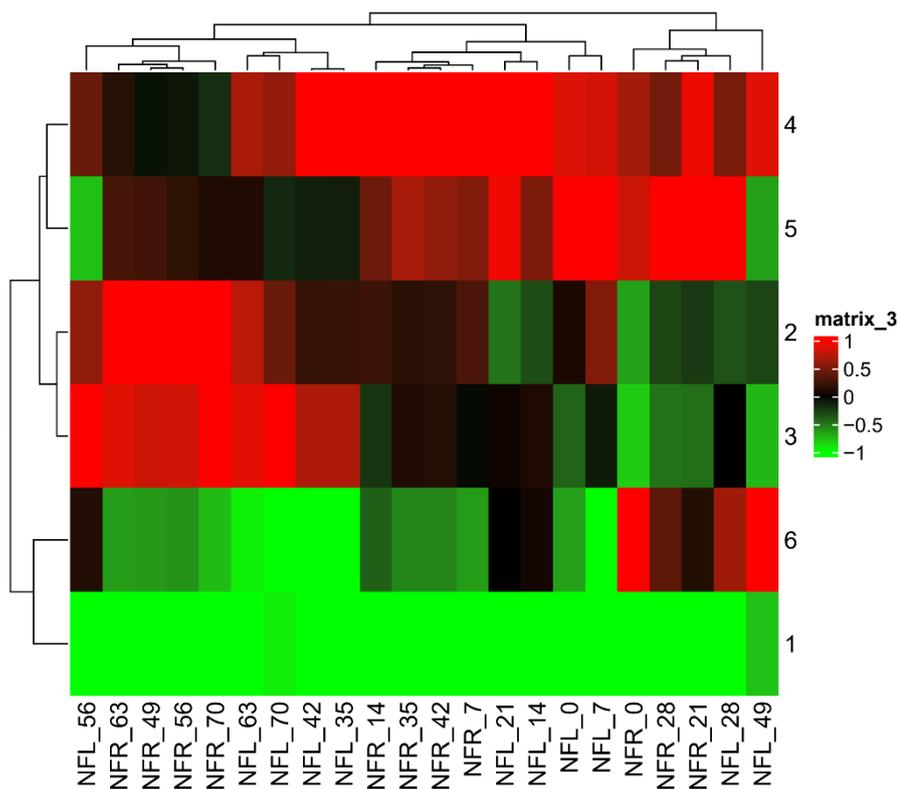
**Figura 3:** Número de flores e frutos por planta de seis procedências de *Physalis angulata* avaliados a partir de 2023, em Cruz das Almas-Bahia.

Uma análise de agrupamento foi realizada levando em consideração a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, expondo as variáveis com maior grau de similaridade e ligação completa entre os grupos, com base nos dados das características reprodutivas: Número de Flores (NFL) e Número de Frutos (NFR). O mapa de calor (figura 4) permite verificar as variáveis mais predominantes, no qual as cores mais próximas de 1(vermelho) indicam valores mais altos, enquanto cores mais próximas de -1(verde) indicam valores mais baixos. As procedências foram diferenciadas em 3 clusters, de acordo com o grau de similaridade.

A importância de elaborar tanto o mapa de calor quanto o dendrograma está na possibilidade de agrupar as procedências com o adequado padrão de florescimento e frutificação sazonal similares, permitindo a identificação do nível de floração e produção dos genótipos. A interpretação do dendrograma de colunas (ou colunas dendrograma) em um mapa de calor envolve a análise de como os dados das colunas (geralmente representando amostras ou variáveis) estão agrupados com base em suas similaridades. As colunas que são unidas por ramos mais curtos no dendrograma são mais semelhantes entre si, de acordo com a métrica de distância (neste caso, a distância euclidiana) e o método de ligação (neste caso, ligação completa) usados no agrupamento.

O conhecimento sobre a fenologia de qualquer espécie é fator fundamental para desenvolvimento de técnicas de manejo, colheita de frutos e sementes na época adequada de maturação fisiológica, além da elaboração de programas de melhoramento genético compatível com a espécie trabalhada. De acordo com Silva (2022) o abastecimento de bancos de germoplasma está associado ao conhecimento sobre a fenologia das espécies, podendo selecionar os indivíduos de maior destaque, além disso a posse dessas informações torna possível o fornecimento de sementes mesmo em condições de baixa produção de flores sendo possível contornar a situação, realizando cruzamentos em menor número, concomitantemente a produção de fruto também será reduzida, mas ainda assim os bancos de germoplasma receberão suprimento necessário para manutenção e funcionamento.

Como é possível observar no mapa de calor na figura 4, os indivíduos com maior proximidade são as procedências 4 e 5 (grupo A) e 2 e 3 (grupo B), aproximação essa proporcionada pelo grande número de parâmetros significativos para formação dos clusters em questão.



**Figura 4:** Mapa de calor e agrupamento de procedências de *Physalis angulata* com base em florescimento e frutificação

Através do mapa de calor, é possível perceber que o grupo C, com as procedências 1 e 6, apresentou o maior distanciamento dos demais grupos, sendo que dos 22 parâmetros avaliados 18 foram significativos para justificar esse evento. A proximidade desse grupo com os demais é decorrente dos parâmetros: número de flores aos 49 e 28 dias e número de frutos aos 21, 28 e 0 dias.

O agrupamento do grupo C, que agrupou T1 com T6, confirma que a procedência 1 é *P. angulata*, pois, se fosse uma espécie diferente, estaria agrupada separadamente das demais. O grupo C apresentou pouco florescimento e frutificação durante os dias de avaliação.

A avaliação do florescimento é essencial nos programas de melhoramento genético pois permite ao melhorista identificar o início e pico de florescimento e dessa forma se programar para a realização de cruzamentos intra e interespecíficos. Nas procedências avaliadas, os cruzamentos podem ser programados a partir da implementação do experimento no campo já que o

florescimento para a maioria dos tratamentos ocorreu ainda na etapa de mudas, dentro da casa de vegetação, e decorre até 56 dias após o plantio no campo.

Outro fator importante é que, no caso da procedência 1, que apresentou baixo florescimento, a técnica de criopreservação do grão de pólen pode ser crucial para a conservação do pólen e, conseqüentemente, para a realização de cruzamentos (Ferreira et al,2021).

A criopreservação envolve o armazenamento de pólen a temperaturas extremamente baixas, geralmente utilizando nitrogênio líquido, para manter sua viabilidade por longos períodos. Isso permite que o pólen seja preservado até que seja necessário para cruzamentos futuros, independentemente do ciclo de florescimento natural da planta (Silva et al. 2014). Essa técnica é especialmente útil para garantir a disponibilidade de pólen em casos onde o florescimento é inconsistente ou limitado.

Outra estratégia é atrasar o plantio da procedência T1 em alguns dias, de modo que, quando o outro genótipo tiver flores disponíveis, a T1 também esteja em fase de florescimento.

A rápida frutificação de *P. angulata* também é um fator que contribui para realização de cruzamentos na espécie. Nos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 observou-se um grande número de frutos já no início do experimento. Esse fator é essencial para a produção de sementes. Segundo Santiago et al. (2019), em *P. angulata* normalmente a abscisão dos frutos inicia após os 28 dias após a antese (DAA), ocasião em que deve ser realizada a colheita dos frutos para evitar perdas para o produtor. No entanto, estes mesmos autores recomendam que se a finalidade da produção for para obtenção de sementes, as mesmas tornam-se fisiologicamente viáveis a partir dos 21 DAA.

## CONCLUSÃO

A maior produção de flores e frutos ocorreu em julho e agosto, meses com alta precipitação e baixas temperaturas. As procedências das regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste se destacaram, com frutificação variando de leve a alta. Embora tenha havido um pico de florescimento e uma queda na produção de flores entre 30 e 40 dias após o plantio, isso não afetou a produção de frutos. A procedência 4 mostrou alta produtividade tanto em flores quanto em frutos, e a distância euclidiana como medida de similaridade e o método de ligação completa entre grupos para agrupamento foi eficiente para agrupar as diferentes procedências. Esses resultados são úteis para estratégias de cultivo e melhoramento genético.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. M., ANDRADE JÚNIOR, V. C., FERNANDES, J. S., PEDROSA, C. E., VALADARES, N. R., FERREIRA, M. A., MARTINS, R. A. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 48-54, 2014.
- BERTAN, I., DE CARVALHO, F. I. F., DE OLIVEIRA, A. C., DA SILVA, J. A. G., BENIN, G., HARTWIG, I., DA SILVEIRA, G. Efeitos da heterose e endogamia em caracteres de importância agrônômica em trigo. **Ceres**, v. 56, n. 6, 2009.
- BORDALLO, P. D. N., PEREIRA, M. G., AMARAL JÚNIOR, A. T. D., GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura brasileira**, v. 23, p. 123-127, 2005.
- CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B., LIMA; A. B. D. P., ALVES, D. D. S.; NUNES, J. A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agrônômicos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, p. 898-905, 2011.
- CAMILO, Y. M. V., DE SOUZA, E. R. B., VERA, R., NAVES, R. V. (2013). Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 192-198, 2013.
- CARVALHO, L. A. F.; BOVINI, M. G. Solanaceae of the rio das pedras reserve, mangaratiba, rio de janeiro-brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 75-98, 2006.
- CHAVES, M.C. **Mecanismos reprodutivos em *Physalis angulata* L.** Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 63 p., 2017.
- DAROS, M., AMARAL JÚNIOR, A. T. D., PEREIRA, M. G., SANTOS, F. S., SCAPIM, C. A., FREITAS JÚNIOR, S. D. P., ÁVILA, M. R. Correlações entre caracteres agrônômicos em dois ciclos de seleção recorrente em milho-pipoca. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1389-1394, 2004.
- FIGUEIREDO, M. C. C.; PASSOS, A. R.; HUGHES, F. M.; DOS SANTOS, K. S.; DA SILVA, A.L.; SOARES, T.L. Biologia reprodutiva de *Physalis angulata* L.(Solanaceae). **Scientia Horticulturae**, 267, v. 109307, 2020.
- GU, Z.; GU, L.; EILS, R.; SCHLESNER, M.; BRORS, B. Circlize implements and enhances circular visualization in R, **Bioinformatics**, v. 30, n. 19, p. 2811–2812, out-2014.
- GU, Z. (2022) Complex Heatmap Visualization, **iMeta**. DOI: 10.1002/imt2.43.
- LEITE, W. D. S., PAVAN, B. E., MATOS FILHO, C. H. A., FEITOSA, F. S., DE OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 241-245, 2015.

LOPES, Â. C. D. A., FREIRE FILHO, F. R., SILVA, R. B. Q. D., CAMPOS, F. L., ROCHA, M. D. M. Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 515-520, 2001.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L. Como produzir *Physalis peruviana* L.? **Toda Fruta Notícias**. Disponível em: < <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=21961> >. Acesso em: 30 de abr de 2024.

PAVANELO, A. M. **Efeito de diferentes modos de polinização sobre características dos frutos de *Physalis peruviana* L.** (Solanaceae). Programa de Pós-graduação em ambiente e tecnologias sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira do Sul, Cerro Largo, RS. 80fls, 2019.

**R CORE TEAM.** R: A Language and Environment for Statistical Computing Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330-339, 2016.

RIBEIRO, N. D., POSSEBON, S. B., STORCK, L. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 33, p. 629-633, 2003.

RUFATO, A. D. R., RUFATO, L., LIMA, C. S. M., MUNIZ, J. A cultura da *physalis*. Pequenas Frutas, UDESC, Florianópolis, 2013. **Série Fruticultura**, 2, 2013.

SILVA, N. S. **Florescimento, frutificação e anomalias florais em acessos do banco ativo de germoplasma de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura.** il. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, BA, 2022. 81f.

ZIMMER, T. B. R. ***Physalis pubescens* L: avaliação físico química, bioativa, antioxidante, antimicrobiana e antitumoral de frutos oriundos da região Sul do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, RS, 2019. 96 fls.

