

## Adaptabilidade e seleção de espécies de *Physalis* para regiões tropicais

<sup>1</sup> Daniel Henrique Ferreira da Cunha, <sup>1</sup> Givago Coutinho, <sup>2</sup> Paulo Henrique Sales Guimarães, <sup>2</sup> Pedro Maranhã Peche

<sup>1</sup> Centro Universitário de Goiatuba, Rodovia Goiás 320, s/n, Km 01, CEP 75600-000, Goiatuba, GO, Brasil. E-mails: givago\_agro@hotmail.com, daniel.cunha@agrex.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras, Trevo Rotatório Professor Edmir Sá Santos, s/n, CEP: 37203-202, Lavras, MG, Brasil. E-mails: paulo.guimaraes@ufla.br, pedmpeche@gmail.com

**Resumo:** Visando o estabelecimento de novos cultivos é de fundamental importância o conhecimento de características morfológicas e desempenho agrônomo das culturas a serem introduzidas, uma vez que tal conhecimento está diretamente ligado a viabilidade econômica e ao valor final do produto. Assim o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho agrônomo de espécies de *Physalis*, a fim de determinar sua adaptabilidade e proporcionar a seleção de espécies promissoras para o cultivo em regiões tropicais e oferecer uma alternativa de diversificação para a região. Foram avaliadas cinco espécies de *Physalis* spp. sendo *P. peruviana*, *P. minima*, *P. ixocarpa*, *P. angulata* e *P. pubescens*. O delineamento foi em blocos casualizados com cinco repetições e oito plantas por parcela, sendo adotado o espaçamento de 3 metros entre linhas e 0,5 metros entre plantas. Como área útil, foram consideradas as cinco plantas centrais da parcela. Foram avaliados a produtividade estimada ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), número de frutos colhidos por planta, massa fresca média dos frutos (kg), o comprimento e diâmetro de frutos (mm) e sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ). Conclui-se que *P. angulata* apresentou frutos com maiores teores de  $^{\circ}\text{Brix}$  (17,83). *P. ixocarpa* apresentou frutos com maiores resultados em comprimento e diâmetro (27,29 mm e 24,62 mm, respectivamente). *P. minima* apresentou a maior produção de frutos por planta (68,80). Quanto à massa fresca média de frutos por planta (0,47 kg) e produtividade estimada ( $3,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), *P. ixocarpa* apresentou maiores resultados. Pelo dendrograma de dissimilaridade, houve a formação de quatro grupos distintos de espécies de *Physalis* spp. Pela ACP, a espécie *P. ixocarpa* é indicada para programas de melhoramento na região que visam atributos quantitativos (produtividade média, massa, comprimento e diâmetro de frutos) e para fins de melhoramento visando caracteres qualitativos, as espécies mais indicadas são *P. angulata*, seguida por *P. peruviana* e *P. pubescens*.

**Palavras chave:** Frutos exóticos, Introdução de espécies, *Physalis* spp.

## Adaptability and selection of *Physalis* species for tropical regions

**Abstract:** To introduce a new crop successfully, understanding its morphological traits and agronomic performance is crucial as it directly affects economic viability and the value of the final product. This study aimed to evaluate the agronomic performance of five *Physalis* species (*P. peruviana*, *P. minima*, *P. ixocarpa*, *P. angulata*, and *P. pubescens*) to determine their adaptability and identify promising species for cultivation in tropical regions, providing diversification alternatives for the area. A randomized-block experimental design with five replications was adopted in which each plot consisted of eight plants spaced 3 m apart in rows spaced 0.5 m apart. The central five plants were considered for analysis. The following parameters were evaluated: estimated yield ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), number of fruits per plant, average fruit fresh weight (kg), fruit length and diameter (mm), and total soluble solids ( $^{\circ}\text{Brix}$ ). *Physalis angulata* exhibited fruits with the highest  $^{\circ}\text{Brix}$  content (17.83), whereas *P. ixocarpa* had the longest and widest fruits (27.29 mm and 24.62 mm, respectively). *Physalis minima* showed the highest fruit production per plant (68.80), while *P. ixocarpa* demonstrated the best performance in terms of average fruit fresh weight per plant (0.47 kg) and estimated yield ( $3.14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). A dissimilarity dendrogram formed four distinct groups of *Physalis* species. Principal Component Analysis (PCA) indicated that *P. ixocarpa* is suitable for breeding programs targeting quantitative traits such as average yield, weight, length, and diameter of fruits. For breeding purposes focused on qualitative traits, *P. angulata* is the most suitable species, followed by *P. peruviana* and *P. pubescens*.

**Keywords:** Exotic fruits, *Physalis* spp, Species introduction.

## Introdução

Considerada uma das mais diversificadas famílias botânicas entre as angiospermas eudicotiledôneas, a família Solanaceae conta com aproximadamente 115 gêneros e 2.678 espécies (The Plant List, 2023). Solanaceae é cosmopolita podendo ser encontradas espécies pertencentes a esta família em várias regiões do mundo. A América do Sul é considerada o maior centro de diversidade da família, enquanto no Brasil, segundo Flora e Funga do Brasil (2023), são cerca de 36 gêneros e 509 espécies que ocorrem no país. Além disso, quatro gêneros e 239 espécies são endêmicas, ou seja, nativas do Brasil.

O gênero *Physalis* pertence à família Solanaceae e engloba espécies com ampla finalidade, como o emprego na alimentação humana, por exemplo, (Rufato et al., 2012). Dentre as espécies deste gênero, uma espécie que vem sendo incluída nos plantios de pequenas frutas é a *Physalis peruviana* Linnaeus (Lima et al., 2009).

No Brasil, é comercializada apenas uma espécie deste gênero, a *Physalis peruviana* (Tanan et al., 2018). Contudo, *P. peruviana* é ainda pouco cultivada no Brasil, mesmo constituindo uma alternativa interessante para a agricultura familiar (Muniz et al., 2015). A espécie apresenta ciclo curto e propriedades nutracêuticas, que conferem a ela possibilidade relevante de alto retorno econômico (Lima et al., 2010).

O *physalis* vem sendo classificado em diversos grupos de planta como pequenos frutos (Rufato et al., 2012, Hoffmann & Rufato, 2012), hortaliças não convencionais (Botrel et al., 2017), plantas alimentícias não convencionais (PANC) (Kinupp & Lorenzi, 2014) e frutos exóticos (Watanabe & Oliveira, 2014).

Originária de países andinos na América do Sul, os frutos de *P. peruviana* são classificados como uma pequena baga, coloração que varia de alaranjada a amarela, sendo protegidos por um capulho, consistindo em uma proteção composta por sépalas modificadas, que normalmente tem coloração palha (Hoffmann & Rufato, 2012).

Contudo, outras espécies são de ocorrência natural no território brasileiro como *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* popularmente utilizadas como medicamentos

naturais são ainda pouco exploradas comercialmente (Botrel et al., 2017). Neste sentido, é essencial o desenvolvimento de pesquisas visando o estímulo do cultivo de outras espécies promissoras pertencentes a este gênero (Tanan et al., 2018).

O cultivo de *physalis* é relativamente recente, tendo sido esta cultura introduzida no Brasil, sobretudo proveniente da Colômbia, a partir do ano 2000, havendo produtores no Rio Grande do Sul (Hoffmann & Rufato, 2012). Contudo, é possível, com o emprego de manejo adequado e planejamento, seu cultivo ser expandido para outras regiões brasileiras (Moura et al., 2016). Além disso, o *physalis* é considerado uma excelente alternativa de cultivo, podendo proporcionar incremento de renda à agricultura familiar (Lima et al., 2009).

Assim, práticas que tornem possível o cultivo de *physalis* em regiões tropicais são essenciais na busca pelo desenvolvimento da cultura, além de tornar possível o cultivo de outras espécies, também promissoras garantindo a produção para o mercado nacional, com vista também para a exportação. O objetivo deste trabalho foi verificar características morfológicas e o desempenho agrônomo de espécies *Physalis* sp., a fim de determinar sua adaptabilidade e proporcionar a seleção de espécies promissoras para o cultivo em regiões de clima tropical, contribuindo também como uma alternativa para a diversificação da produção nestas regiões.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Centro Universitário de Goiatuba [Unicerrado] situado na cidade de Goiatuba – GO. O município de Goiatuba está localizado entre as coordenadas geográficas 18°0'27" de latitude Sul, 49°21'25" de longitude Oeste e sua altitude média é de 722 metros. A classificação climática de Goiatuba segundo Köppen é Aw, correspondente ao clima tropical com inverno seco e o verão chuvoso, sendo caracterizado como semiúmido predominante. A precipitação pluviométrica média anual situa-se entre 1.500 e 1.800 (Amaral et al., 2016).

As sementes foram obtidas de frutos coletados na área experimental da Universidade Federal de Lavras [UFRLA] em Lavras – MG, em

plantas de cinco espécies de *Physalis* (*P. peruviana*, *P. minima*, *P. ixocarpa*, *P. angulata* e *P. pubescens*) em pleno período de produção.

Em seguida, as sementes foram extraídas dos frutos e posteriormente lavadas em água corrente para retirada do excesso de polpa visando evitar danos por fermentação. Posteriormente foram secas a sombra, para retirada do excesso de umidade, sobre um jornal por um período de dois dias e foram armazenadas em sacos de papel visando manter sua viabilidade por tempo maior.

As sementes foram semeadas e dispostas em bandejas, posteriormente com 40 dias após o plantio, as mudas das bandejas foram transferidas para sacos plásticos, afim de atingirem o tamanho ideal para serem levadas ao campo. O transplante das mudas para o campo foi realizado aos 73 dias após a semeadura na bandeja.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com cinco espécies de *Physalis* em cinco repetições e cinco plantas por repetição, sendo adotado o espaçamento de 3,0 metros entre linhas e 0,5 metros plantas, com oito plantas por parcela experimental, totalizando 200 plantas no trabalho. Como área útil, foram consideradas as cinco plantas centrais da parcela, sendo dessa forma descartadas as plantas presentes nas laterais da parcela como bordadura, a fim de se evitar qualquer tipo de interação que possa haver entre plantas de espécies diferentes.

Como variáveis respostas foram consideradas as seguintes características: produtividade estimada ( $t \cdot ha^{-1}$ ), número de frutos colhidos por planta, massa fresca média dos frutos (kg), que foi pesada por uma balança digital, o comprimento (mm) e diâmetro (mm) médio dos frutos que foi medido por um paquímetro digital e sólidos solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ) que foram aferidos por um refratômetro.

Com relação a características químicas dos frutos, foi avaliado o teor de sólidos solúveis por leitura direta em refratômetro manual (0-32% BRX, Lorben<sup>®</sup> modelo GT427), com

compensação automática de temperatura (ATC), e expresso em  $^{\circ}Brix$ .

Os dados foram submetidos à análise de distribuição de frequência pelo software Excel (Microsoft<sup>®</sup>, 2010) por meio de histogramas para determinação da maior frequência apresentada em relação às características biométricas de frutos (diâmetro longitudinal e diâmetro transversal). Em seguida as variáveis sólidos solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ), comprimento (mm) e diâmetro (mm) médio de frutos, número de frutos colhidos por planta, massa fresca média dos frutos (kg) e produtividade estimada ( $t \cdot ha^{-1}$ ) foram submetidos ao teste de F e quando detectada diferença significativa entre as populações, os resultados foram submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância por meio do software Sisvar (Ferreira, 2011).

Posteriormente, as características de produtividade estimada ( $t \cdot ha^{-1}$ ), número de frutos colhidos por planta, massa fresca média dos frutos (kg), que foi pesada por uma balança digital, comprimento longitudinal (mm) e transversal (mm) de frutos e sólidos solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ) foram submetidas à análise de dissimilaridade genética e ao agrupamento hierárquico da ligação média ou Unweighted Pair-Group Average (UPGMA). Além disso, foi realizada a análise de correlação de Pearson, ao nível de 0,05 de probabilidade. Foi feita também a Análise de Componentes Principais (ACP). Estes testes (UPGMA, correlação de Pearson e ACP) foram realizados por meio do software R<sup>®</sup> (R Core Team, 2021).

## Resultados e discussão

Com base nos resultados observados no trabalho, houve diferença significativa para todas as características avaliadas (Tabela 1). As espécies diferiram entre si para as características avaliadas o que demonstra o comportamento distinto entre as espécies conforme as condições ambientais da região em que o cultivo está ocorrendo.

**Tabela 1** - Análise variância das características analisadas. Goiatuba, GO, 2022.

Quadrado Médio						
Fonte Variação	de	Graus Liberdade	de	°Brix	Comp. (mm)	Diâm. (mm)
<b>Espécies</b>	4			28,001681*	259,601663*	208,010056*
<b>Blocos</b>	4			0,001884	0,002044	0,001181
<b>Erro</b>	16			0,010230	0,000660	0,001178
<b>Total</b>	24			-	-	-
<b>Coefficiente Variação (%)</b>	de	-		0,65	0,15	0,22

Quadrado Médio						
Fonte Variação	de	Graus Liberdade	de	Frutos	Massa fresca (kg)	Prod. (ton.ha <sup>-1</sup> )
<b>Espécies</b>	4			1406,206400*	0,132136*	5,872464
<b>Blocos</b>	4			12,406400	0,003854	0,171313
<b>Erro</b>	16			29,841400	0,002358	0,104809
<b>Total</b>	24			-	-	-
<b>Coefficiente Variação (%)</b>	de	-		11,63	25,97	25,97

\* Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Conforme verificado, *P. angulata* apresentou frutos com maiores teores de °Brix, enquanto que *P. ixocarpa* apresentou frutos com maiores resultados em comprimento e diâmetro (frutos maiores). Já a maior produção de frutos por planta foi observada em *P. minima*. Quanto à massa fresca média de frutos por planta e produtividade estimada, *P. ixocarpa* apresentou resultados mais promissores (Tabela 2).

A seleção com base em atributos biométricos e qualitativos de frutos é um dos

principais passos na definição de materiais promissores para os cultivos, sendo fundamental conhece-los para se otimizar e elevar a eficiência da produção. Fato semelhante é relatado por Borges et al. (2010) ao mencionarem que frutos de espécies nativas, especialmente as do Cerrado, são desuniformes em características vegetativas e reprodutivas, o que chama a atenção para a necessidade de estudos com base em estabelecer critérios de seleção como cor, tamanho, espessura, entre outros.

**Tabela 2** - Teor de brix ( $^{\circ}$ Brix), comprimento de frutos (mm), diâmetro de frutos (mm), número de frutos colhidos, massa fresca média dos frutos por planta (kg) produtividade estimada ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para espécies de *physalis* no sul de Goiás. Goiatuba, GO, 2022.

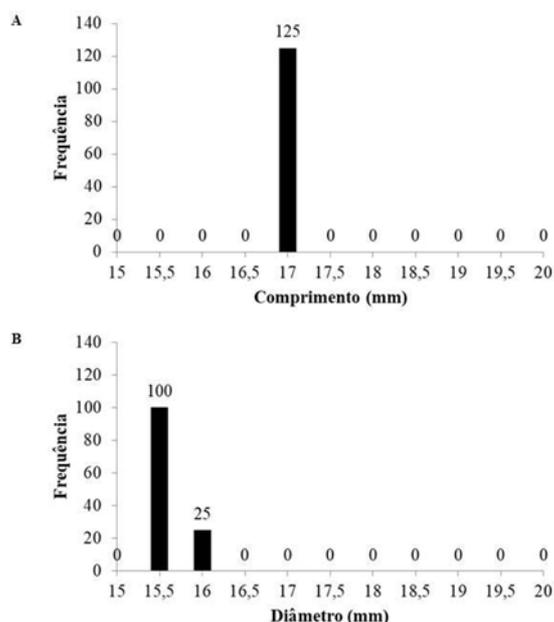
Características analisadas			
Espécies	$^{\circ}$ Brix	Comp. (mm)	Diâm. (mm)
<i>P. angulata</i>	17,83 A	16,79 D	15,43 D
<i>P. peruviana</i>	16,85 B	17,70 C	15,66 C
<i>P. pubescens</i>	16,77 B	18,23 B	16,55 B
<i>P. ixocarpa</i>	13,70 C	27,29 A	24,62 A
<i>P. minima</i>	12,30 D	6,98 E	6,42 E
Espécies	Frutos	Massa fresca (kg)	Prod. ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ )
<i>P. angulata</i>	26,48 D	0,12 B	0,80 B
<i>P. peruviana</i>	58,40 B	0,16 B	1,06 B
<i>P. pubescens</i>	37,68 C	0,12 B	0,81 B
<i>P. ixocarpa</i>	43,56 C	0,47 A	3,14 A
<i>P. minima</i>	68,80 A	0,06 B	0,42 B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

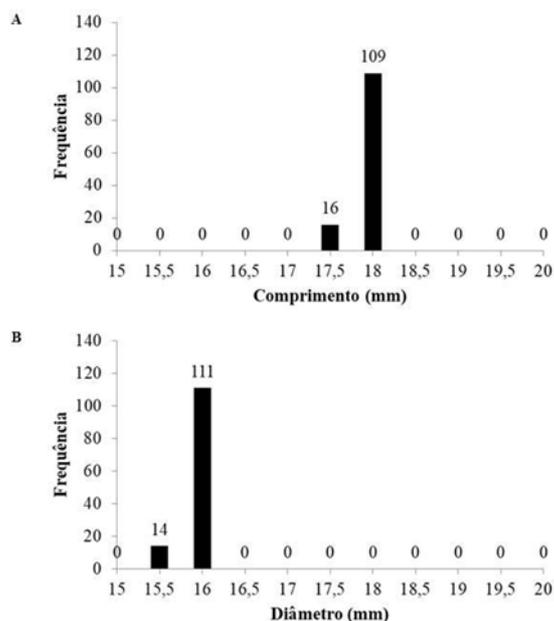
Os intervalos de frequência mostram que a maior parte das espécies apresentaram frutos com intervalos de frequência regulares para comprimento que variaram entre 16,6 e 16,9 mm (*P. angulata*) (Figura 1A), 17,5 e 17,9 (*P. peruviana*) (Figura 2A) e 17,9 e 18,6 mm (*P. pubescens*) (Figura 3A), assim o intervalo mínimo e máximo, respectivamente, ficou entre

16,6 e 18,6 mm para todas as espécies em relação ao comprimento apresentado pelos frutos. Para diâmetro, nota-se que 15,4 e 15,9 mm (*P. peruviana*), 15,3 e 15,7 mm (*P. angulata*) e 16,3 e 16,8 mm (*P. pubescens*), ficando os intervalos mínimo e máximo apresentado entre todas as espécies estudadas, compreendidos entre 15,3 e 18,6 mm, respectivamente.

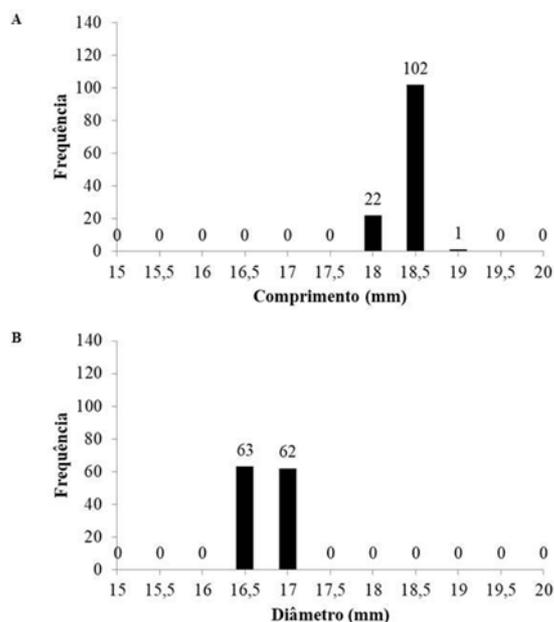
**Figura 1** - Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de *P. angulata* sob condições tropicais. Goiatuba, GO, 2022.



**Figura 2** - Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de *P. peruviana* sob condições tropicais. Goiatuba, GO, 2022.



**Figura 3** - Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de *P. pubescens* sob condições tropicais. Goiatuba, GO, 2022



Todos os frutos de *P. angulata* apresentaram comprimento compreendido entre 16,6 e 17,0 mm (125), enquanto que para diâmetro a maior proporção de frutos (100) ficou situada entre 15,1 e 15,5 mm.

*P. peruviana* apresentou maior proporção de frutos (109) que variam entre comprimento

compreendido entre 17,6 e 18,0 mm. Para diâmetro, a maior proporção de frutos (111) nesta espécie ficou situada entre 15,55 e 16,0 mm.

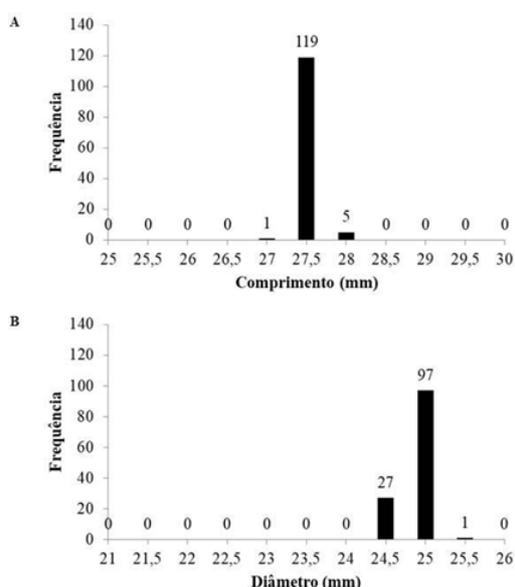
Os frutos de *P. peruviana* produzidos neste trabalho obtiveram diâmetro médio de 15,67 mm estando próximo ao valor médio citado por Hoffmann e Rufato (2012), que mencionam que

frutos desta espécie apresentam cerca de 15,00 mm de diâmetro.

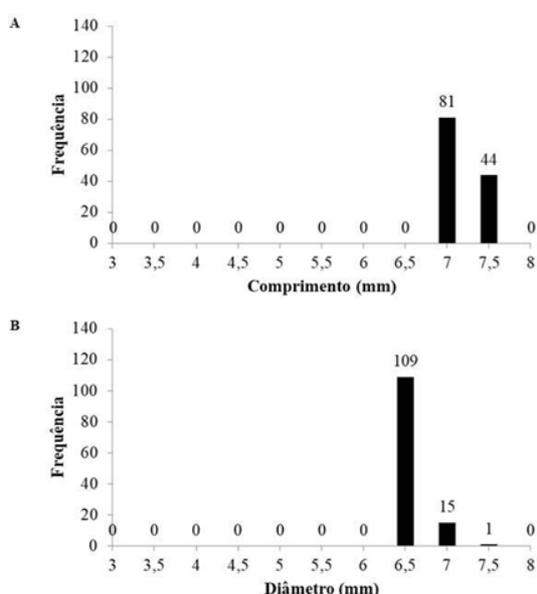
Os intervalos de frequência também mostraram que dentre as espécies que apresentaram frutos com maiores dimensões, destaca-se *P. ixocarpa* cujos frutos em sua maioria (119) ficaram com o comprimento compreendido entre 27,1 e 27,5 mm. *P. ixocarpa* também apresentou a maior proporção de frutos (97) no intervalo entre 24,55 e 25 mm, o que

torna esta espécie a que apresenta os maiores frutos. O menor comprimento foi constatado nos frutos de *P. minima*, que apresentou a maior parte dos frutos (81) com comprimento compreendido entre 6,6 e 7,0 mm. Para diâmetro de frutos, *P. minima* também apresentou a maior parte dos frutos (109) com os menores intervalos para esta característica, entre 6,1 e 6,5 mm (Figuras 4 e 5).

**Figura 4** - Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de *P. ixocarpa* sob condições tropicais. Goiatuba, GO, 2022.



**Figura 5** - Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de *P. minima* sob condições tropicais. Goiatuba, GO, 2022.



Para *P. ixocarpa*, os valores mínimo e máximo observados com relação ao comprimento ficaram compreendidos entre 27 e 28 mm, respectivamente, enquanto que o diâmetro dos frutos ficou compreendido no intervalo máximo e mínimo de 24,1 e 25,5 mm. Os menores valores observados foram para *P. minima*, com intervalos máximo e mínimo para comprimento e diâmetro compreendidos entre 6,6 e 7,5 mm entre 6,1 e 7,5 mm, respectivamente.

Referências quanto ao tamanho dos frutos são importantes uma vez que segundo Rufato et al. (2012), o fruto de *Physalis in natura* é consumido no Brasil como exótico, a assim com preço bastante elevado. Além disso, informações neste sentido reforçam a importância do desenvolvimento de técnicas de produção para aumento e melhorias nas áreas de cultivo do *Physalis*, pois segundo Lima et al. (2009) esta frutífera apresenta baixo custo de implantação quando comparado a outras culturas, como uva e o morango.

A utilização de ferramentas como histogramas de frequência são aparatos úteis e que podem ser utilizados na caracterização fenotípica de espécies, sobretudo aquelas ainda pouco estudadas e em início de exploração comercial, como o *Physalis*. Estes estudos têm sido aplicados em diversas espécies como

justifica Borges et al. (2010) em estudos com espécies do gênero *Eugenia*, notadamente *Eugenia calycina* Camb. (pitangueira-do-cerrado), espécies estas que tem disponíveis poucos estudos quanto à sua caracterização morfofisiológica, dados referentes a largura e comprimento de frutos e sementes dessa espécie em cada estágio de maturação foram importantes para a distribuição da frequência percentual e para a representação gráfica por histogramas para sua caracterização. Vieira et al. (2019) também utilizaram histogramas de intervalos de frequência objetivando avaliar as frequências de tamanho apresentadas por sementes de espécies do gênero *Annona* (*Annona crassiflora* Mart. e *Annona coriacea* Mart.), concluindo que sementes de *A. coriacea* demonstraram maior relação tamanho/largura quando comparadas a sementes de *A. crassiflora*.

Com base na matriz de correlação de Pearson, verifica-se que houve elevada correlação (100%) entre as características de comprimento e diâmetro dos frutos (mm) entre as espécies estudadas. Verifica-se também correlação de 83% entre as características de comprimento (mm) e diâmetro (mm) em relação à massa fresca (kg) e produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ), respectivamente, mostrando a dependência de uma característica em relação à outra (Figura 6).

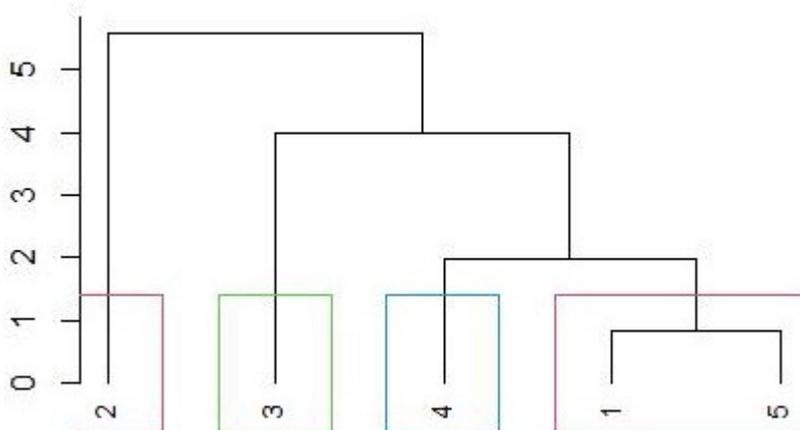
**Figura 6** - Matriz de correlação de Pearson para características fenotípicas de frutos de diferentes espécies de *Physalis* sp. Goiatuba, GO, 2022.



Em frutos e sementes de barueiro (*Dipteryx alata* Vogel), Arruda et al. (2022) notaram que a correlação entre as características de comprimento de sementes e comprimento de frutos foi de 86% e entre a massa de cem frutos e massa de cem sementes foi de 87%, o que os autores classificaram como satisfatória.

Por conseguinte, com base no agrupamento UPGMA, por meio do dendrograma de dissimilaridade genética com base na distância euclidiana (Figura 7), foi possível agrupar as espécies de acordo com suas características fenotípicas.

**Figura 7** - Dendrograma de dissimilaridade utilizando a métrica euclidiana para diferentes espécies de *Physalis* sp. 1 = *P. angulata*, 2 = *P. ixocarpa*, 3 = *P. minima*, 4 = *P. peruviana*, e 5 = *P. pubescens*. Goiatuba, GO, 2022.



Pelo dendrograma de dissimilaridade utilizando-se a distância Euclidiana, nota-se a formação de quatro grupos distintos de espécies. Sendo as espécies agrupadas da seguinte forma, sendo o primeiro grupo formado apenas com *P. ixocarpa*, segundo grupo com *P. minima*, terceiro grupo com *P. peruviana* e o quarto e último grupo sendo o único formado com duas espécies *P. angulata* e *P. pubescens*.

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido de aplicação deste método em trabalhos de seleção e melhoramento como nos trabalhos de Arruda et al., (2022) ao estudarem populações de barueiros e concluíram que tendo por base o agrupamento por dissimilaridade genética UPGMA, verificaram a formação de dois grupos principais de populações de barueiros de sete municípios no estado de Goiás, verificando também que cruzamentos artificiais entre as populações de barueiros de um dos grupos (presentes em dois municípios do estado) com as demais populações de outros municípios foram promissores para emprego em programas de

melhoramento genético. Além deste, Coutinho et al. (2019) relatam que no agrupamento de 28 cultivares de marmeleiro, na análise de agrupamento UPGMA baseada na distância de Gower, houve a formação de três grupos distintos de cultivares desta espécie.

Com base nos resultados obtidos pela análise de componentes principais, os dois primeiros componentes foram responsáveis por 93,5% da variação total, sobre o desempenho agrônomico e produtivo das espécies de *Physalis*, em que o CP1 foi responsável por 63,8% e CP2 por 29,7% das variações dos dados, respectivamente. Tal fato está de acordo com o referido por Rencher (2002), que afirma que em torno de 70% da variância total deve ser explicada pelos dois primeiros componentes principais.

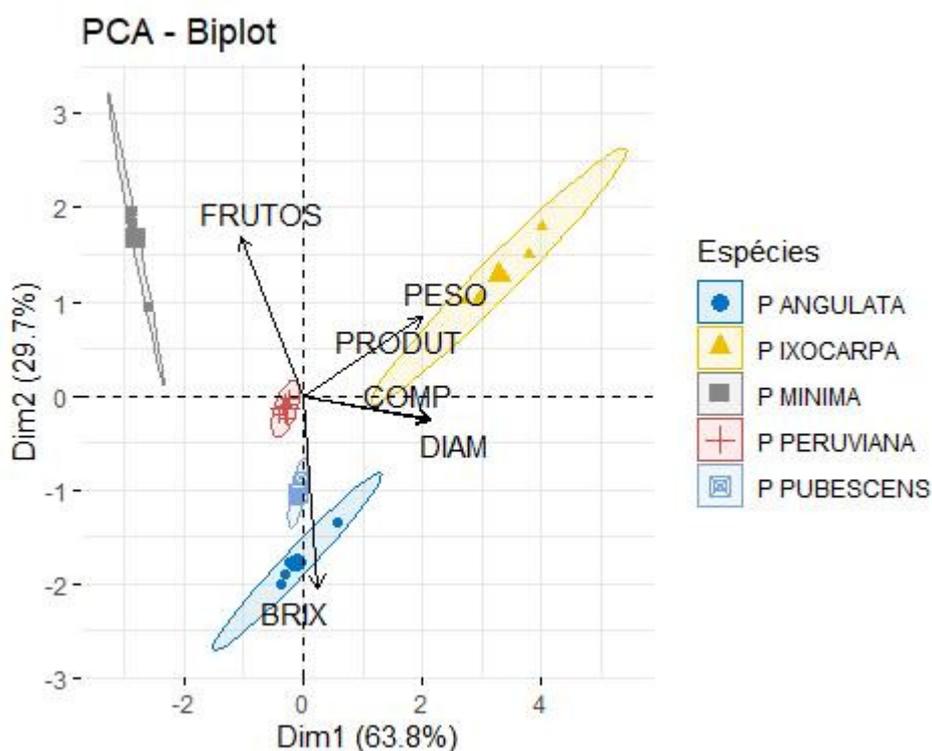
Herrera et al., (2012) ao avaliarem caracteres agrônômicos em uma coleção de germoplasma de *Physalis peruviana* L. das regiões central e nordeste da Colômbia, dentre um total de 54 acessos, os autores elaboraram

uma análise de componentes (PCA) aplicada às variáveis quantitativas (23 descritores) e verificaram que os dois primeiros componentes do PCA explicaram 52,42% da variação total, sendo o primeiro componente (39,79%) e o segundo componente explicou 12,63% da variância total.

Pelo exposto na Figura 8, que corresponde ao gráfico Biplot PC1 x PC2, evidencia altas

correlações entre as variáveis: peso, produtividade, comprimento e diâmetro, pois formaram ângulos agudos entre estas variáveis. A mesma figura mostra que não há correlação entre as variáveis brix e frutos entre si e entre brix e frutos com as demais variáveis, pois houve a formação de um ângulo próximo ou acima de 90° entre estas variáveis.

**Figura 8** - Biplot CP1 x CP2 sobre as variáveis (desempenho produtivo e agrônomo) em cinco espécies de *Physalis* sp. pela Análise de Componentes Principais. Goiatuba, GO, 2022.



Ainda de acordo com a Figura 8, pode-se concluir que, com os resultados obtidos sobre as espécies que *P. ixocarpa* possui maiores resultados para atributos de produção, principalmente sobre massa de frutos, produtividade, comprimento e diâmetro de frutos e *P. angulata* para a característica °Brix pela CP1, *P. minima* foi a espécie que apresentou menores índices para estas características.

E pela CP2, conclui-se que a espécie *P. minima* apresentou maior resultado para número de frutos. As espécies *P. angulata*, *P. pubescens* e *P. peruviana* apresentaram maior correlação

com a característica °Brix.

É possível observar pelo ACP que, a espécie *P. ixocarpa* apresentou maiores atributos quantitativos como produtividade média, massa, comprimento e diâmetro de frutos. Enquanto que a mesma espécie apresentou baixa correlação com características qualitativas como °Brix. Assim, é notável que esta espécie possui atributos significativos para o melhoramento visando caracteres produtivos enquanto que para qualitativos a espécie mais indicada seria *P. angulata*, seguida por *P. peruviana* e *P. pubescens*.

## Conclusão

A espécie *Physalis angulata* apresentou frutos com maiores teores de °Brix, sendo, portanto, mais ricos em açúcares.

*Physalis ixocarpa* apresentou frutos com maiores resultados em comprimento e diâmetro (frutos maiores).

*Physalis minima* apresentou a maior produção de frutos por planta.

Quanto à massa fresca média de frutos por planta e produtividade estimada, *P. ixocarpa* apresentou maiores resultados.

Houve elevada correlação (100%) entre as características de comprimento (mm) e diâmetro (mm) dos frutos para as espécies estudadas e de 83% entre as características de comprimento (mm) e diâmetro (mm) em relação ao peso (g) e produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ), respectivamente.

Pelo dendograma de dissimilaridade utilizando-se a distância Euclidiana, nota-se a formação de quatro grupos distintos de espécies de *Physalis* spp.

Pela ACP, a espécie *P. ixocarpa* é indicada para programas de melhoramento na região que visam atributos quantitativos (produtividade média, massa, comprimento e diâmetro de frutos), não sendo indicada quando se visa características qualitativas (°Brix). Para fins de melhoramento visando caracteres qualitativos, as espécies mais indicadas são *P. angulata*, seguida por *P. pruviana* e *P. pubescens*.

## Referências

Amaral, U., et al. (2016). Influência da cobertura morta em mini melancia 'Sugar baby' no início da frutificação. *Revista Verde*, 11 (3), 164-170. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i3.4013>

Arruda, L. H. D., et al. (2022). Multivariate analysis in the selection of baru genotypes. *Colloquium Agrariae*, 18 (2), 88-100. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2022.v18.n2.a492>

Borges, K. C. F., et al. (2010). Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (2), 471-478. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000042>

Botrel, N., et al. (2017). *Hortaliças não*

*convencionais: Fisális* (2p., Folder). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças.

Coutinho, G., et al. (2019). Multivariate Analysis and Selection Indices to Identify Superior Quince Cultivars for Cultivation in the Tropics. *HortScience*, 54 (8) 1324–1329. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14004-19>

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Flora e Funga do Brasil. (2023). *Solanaceae*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Recuperado em 9 maio 2023 de <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB225>.

Foundation for Statistical Computing. (2021). *R Core Team: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing. URL: <https://www.R-project.org/>.

Herrera, A. M., Fischer, G., & Chacón, M. I. (2012). Agronomical evaluation of cape gooseberries (*Physalis peruviana* L.) from central and northeastern Colombia. *Agronomía Colombiana*, 30 (1).

Hoffmann, A., & Rufato, A. R. (2012). Generalidades. In: Antunes, L. E. C. & Hoffmann, A. (Eds.). *Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde* (pp. 15-28). Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado.

Lima, C. S. M., et al. (2010). Sistemas de tutoramento e épocas de transplante de physalis. *Ciência Rural*, 40 (12), 2472-2479. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001200006>

Lima, C.S.M., et al. (2009). Custos de implantação e condução de pomar de physalis na região sul do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Ceres*, 56 (5), 551-561.

Kinupp, V. F., & Lorenzi, H. (2014). *Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas* (768p). Nova Odessa: Ed. Plantarum.

Microsoft Corporation. (2010). *Microsoft® Office Excel* [Software]. Microsoft: Washington.

Moura, P. H. A., et al. (2016). Plastic covering, planting density, and pruning in the production of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in subtropical region. *Revista Caatinga*, 29 (2), 367-374. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n213rc>

Muniz, J., et al. (2015). Crescimento vegetativo e potencial produtivo de fisális. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 14 (1), 15-23.

Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis* (2ed., 727p). New York: A John Wiley & Sons, Inc. Publication.

Rufato, L., et al. (2012). Aspectos técnicos da cultura da fisális. *Informe Agropecuário*, 33 (268), 69-83.

Tanan, T. T., Nascimento, M. N., & Leite, R. S. (2018). Produção e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. *Colloquium Agrariae*, 14 (3), 113-121. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n3.a233>

The Plant List. *Solanaceae*. Recuperado em 8 maio 2023 de <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Solanaceae/>

Vieira, A. B., Coutinho, G., & Borges, K. D. F. (2019). Biometria e qualidade fisiológica inter-específica de duas espécies de araticunzeiro do Cerrado. *Magistra*, 30, 237 - 250.

Watanabe, H. S., & Oliveira, L. S. (2014). Comercialização de frutas exóticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (1), 023-038, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-443/13>

Aceito em: 19/06/2023  
Publicado em: 21/06/2023