

CARINA RAISSA ROCHA OLIVEIRA DA CUNHA

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE *PHYSALIS*
spp. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS**

RECIFE – PE

JULHO DE 2023

CARINA RAISSA ROCHA OLIVEIRA DA CUNHA

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE
PHYSALIS spp. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS
FRUTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas.

Linha de Pesquisa: Avaliação e Caracterização Vegetal

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Virgínia Valois Montarroyos

Coorientadora: Profa. Dra. Luiza Suely Semen Martins

RECIFE – PE

JULHO DE 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C972c Cunha, Carina Raissa Rocha Oliveira da
Caracterização e divergência genética de acessos de *Physalis* spp. a partir de caracteres físico
químicos dos frutos / Carina Raissa Rocha Oliveira da Cunha. - 2023.
65 f. : il.

Orientadora: Angelica Virginia Valois Montarroyos.
Coorientadora: Luiza Suely Semen Martins.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, Recife, 2023.

1. Camapú. 2. caracterização físico-química. 3. PANC. 4. recursos genéticos. I. Montarroyos, Angelica
Virginia Valois, orient. II. Martins, Luiza Suely Semen, coorient. III. Título

CDD 581.15

CARINA RAISSA ROCHA OLIVEIRA DA CUNHA

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE
PHYSALIS spp. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS
FRUTOS**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em:

Banca examinadora:

Professora Dra. Angélica Virgínia Valois Montarroyos

Professora Dra. Rosimar dos Santos Musser

Professor Dr. Edson Ferreira da Silva

RECIFE – PE

JULHO DE 2023

A Deus e a perfeição da natureza: Ofereço

A minha família: Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me sustentado em seus braços e me acalentado nos momentos mais difíceis, mostrando que sempre é possível superar os desafios para aquele que tem fé e esperança.

Agradeço à minha família, em especial a minha mãe e minha avó, pelos ensinamentos, amor e atenção em todas as etapas da minha vida, servindo como bússola na qual eu consegui encontrar o meu Norte.

Agradeço ao meu esposo que durante o transcorrer deste trabalho, foi meu braço direito, me auxiliando na execução do experimento e me apoiando para que eu não desistisse. Nosso amor perpassa o multiverso!

Agradeço aos amigos e colegas, fundamentais na minha vida, em me proporcionar alegria e segurança na caminhada. Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas pela oportunidade da realização do Mestrado.

Agradeço a todos os professores que passaram por mim pelo compartilhamento de conhecimentos, sobretudo minhas orientadoras. Agradeço aos estagiários, técnicos e aos demais funcionários da UFRPE pela ajuda na execução deste trabalho em casa de vegetação bem como no laboratório.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e às demais agências de fomento à pesquisa pelo suporte financeiro imprescindível para a realização deste trabalho.

“Deuteronômio 8:2 - E te lembrarás de todo o caminho, pelo qual o Senhor teu Deus te guiou no deserto estes quarenta anos, para te humilhar, e te provar, para saber o que estava no teu coração, se guardarias os seus mandamentos, ou não.”

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Correlação de Pearson entre treze caracteres quantitativos em acessos de *Physalis* spp. AT: acidez titulável, CC: comprimento do cálice, CF: comprimento do fruto, RC: resistência da casca do fruto, RP: resistência da polpa do fruto, LC: largura do cálice, LF: largura do fruto, MFF: massa fresca do fruto, MFT: massa fresca total, NS: número de sementes, PH: pH, RT: ratio, SS: teor de sólidos solúveis..... 49
- Figura 2. Contribuição relativa das variáveis para a detecção da diversidade, com base em Singh (1981) baseado em D^2 de Mahalanobis. LC: Largura do cálice; RT: ratio; CF: Comprimento do fruto; RP: Resistência da polpa do fruto; NS: Número total de sementes; MFT: Massa fresca total; pH; RC: Resistência da casca do fruto; CC: Comprimento do cálice..... 50
- Figura 3. Dendograma dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE, gerado a partir do método de agrupamento UPGMA. Recife, UFRPE, 2023..... 51
- Figura 4. Cálice considerado maduro pela coloração (4a), parte interna do fruto verde (4b), parte externa do fruto (4c) do acesso BAG_P33. 54

LISTA DE TABELAS

- Tabela I. Identificação, procedência, coordenadas geográficas, altitude e temperatura média de cinco acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023. 41
- Tabela II. Médias dos parâmetros físico-químicos: acidez titulável (AT), comprimento do cálice (CC), comprimento do fruto (CF), resistência da casca (RC), firmeza da polpa (FP), largura do cálice (LC), largura do fruto (LF), massa fresca do fruto (MFF), massa fresca total (MFT), número de sementes (NS), pH (PH), ratio (RT), sólidos solúveis (SS) dos frutos de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023..... 46
- Tabela III. Análise da variância fenotípica (σ^2_F), variância ambiental (σ^2_A), variância genotípica (σ^2_G), médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de variação genético (CVg) e herdabilidade (h^2) relacionadas com as características físico-químicas para os cinco acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023. 47
- Tabela IV. Representação do agrupamento gerado pelo método de otimização de Tocher com base na dissimilaridade entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE, com base em treze caracteres de fruto. Recife, UFRPE, 2023. 50

SUMÁRIO

RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUÇÃO.....	XII
CAPÍTULO I: IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO GÊNERO <i>PHYSALIS</i>	14
1.1 GÊNERO <i>PHYSALIS</i>	15
1.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA.....	16
1.3 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS.....	17
1.3.1 Bancos de germoplasma do gênero <i>Physalis</i>	19
1.3.2 Panorama do melhoramento genético de <i>Physalis</i>	20
1.4 CARACTERIZAÇÃO DE <i>PHYSALIS</i>	22
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO II: DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE <i>PHYSALIS</i> SPP. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS.....	35
RESUMO.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS.....	44
DISCUSSÃO.....	52
AGRADECIMENTOS.....	58
REFERÊNCIAS.....	58

RESUMO

O gênero *Physalis*, pertence à família Solanaceae, recebe destaque pelo sabor exótico de seus frutos e presença de substâncias bioativas. Entretanto, como recurso genético ainda é pouco explorado e trabalhos envolvendo o melhoramento genético do gênero são escassos. Com isso, os objetivos do presente trabalho foram o de caracterizar e avaliar acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* da UFRPE, bem como analisar a divergência genética existente entre os acessos oriundos de diferentes localidades do Brasil, a partir de caracteres físico-químicos de seus frutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco acessos, quatro repetições, três plantas por repetição, totalizando 12 plantas por acesso, tendo sido colhidos manualmente dez frutos por planta. Avaliou-se características físicas (massa fresca total e do fruto, largura do cálice e do fruto, comprimento do cálice e do fruto, resistência da casca do fruto e da polpa, número de sementes por fruto) e químicas (pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ratio). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Dois métodos de agrupamento foram utilizados para estimar a dissimilaridade, além do método de Singh para identificar a contribuição relativa dos caracteres e a correlação de Pearson. Os resultados mostraram variabilidade genética entre os acessos, formando dois grupos distintos nos agrupamentos, sendo o algoritmo de classificação hierárquica ascendente mais discriminatório. Os coeficientes de dissimilaridade indicam que os acessos mais divergentes da população foram o BAG_P20 e o BAG_P33, podendo ser utilizados em cruzamentos.

Palavras-chave: Camapú, caracterização físico-química, PANC, recursos genéticos.

ABSTRACT

The genus *Physalis*, belonging to the Solanaceae family, stands out for the exotic flavor of its fruits and the presence of bioactive substances. However, as a genetic resource it is still little explored and work involving the genetic improvement of the genus is scarce. Therefore, the objectives of the present work were to characterize and evaluate accessions from the Active *Physalis* Germplasm Bank at UFRPE, as well as to analyze the genetic divergence between accessions originating from different locations in Brazil, based on physical-chemical characters of its fruits. The experimental design used was completely randomized with five accessions, four replications, three plants per replication, totaling 12 plants per accession, with ten fruits per plant being manually harvested. Physical characteristics (total and fruit fresh mass, width of the calyx and fruit, length of the calyx and fruit, resistance of the fruit skin and pulp, number of seeds per fruit) and chemical characteristics (pH, soluble solids, titratable acidity and ratio). The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test. Two grouping methods were used to estimate dissimilarity, in addition to Singh's method to identify the relative contribution of characters and Pearson's correlation. The results showed genetic variability between the accessions, forming two distinct groups in the clusters, with the ascending hierarchical classification algorithm being more discriminatory. The dissimilarity coefficients indicate that the most divergent accessions in the population were BAG_P20 and BAG_P33, which can be used in crosses.

Keywords: Camapú, physical-chemical characterization, PANC, genetic resources.

INTRODUÇÃO

Physalis é um gênero pertencente à família Solanaceae, com cerca de 90 espécies majoritariamente encontradas no México e regiões adjacentes, e com aproximadamente 14 registradas nas regiões tropicais e subtropicais da América do Sul. A grande maioria das espécies encontradas no Brasil são naturalizadas, tendo sido introduzidas desde o início do século XIX. Possui ampla distribuição geográfica, com ocorrências confirmadas de norte a sul do Brasil e em todos os seus domínios fitogeográficos (Stehmann e Knapp 2023). Seu centro de origem situa-se nas terras altas da região Andina na América do Sul (Fischer et al. 2007). Já o centro de diversidade do gênero é descrito como o continente americano com participação de países como o México e os Estados Unidos (Rufato et al. 2012).

A físalis é classificada como planta alimentícia não convencional (PANC) no Brasil e atualmente vem sendo iniciado seu cultivo em pequenas áreas e comercializada em pequenas quantidades em feiras e supermercados. Como outras espécies pouco exploradas, vem recebendo atenção como objeto de pesquisas, sendo mantida em bancos ativos de germoplasmas (BAG) (Kinupp, 2007, Kinupp e Lorenzi 2014).

A espécie *Physalis peruviana* é amplamente cultivada na Colômbia, entretanto outros países da América do Sul como Equador, Peru, Chile e Brasil estão aumentando sua área de cultivo (Fischer et al. 2014). O consumo e a comercialização de seus frutos no Brasil têm sido crescentes, devido aos benefícios que pode proporcionar à saúde humana, por apresentar minerais como ferro e fósforo, além de vitaminas como A e C, bem como ao seu sabor agradável e versatilidade culinária, podendo ser consumida crua, em doces finos e geleias (Muniz et al. 2015).

A espécie *P. angulata* é mais conhecida por conter substâncias bioativas e é considerada um alimento funcional com alto potencial de mercado. Segundo Oliveira et al. (2020), seus frutos apresentam atividade antioxidante muito superior à de outras plantas, tradicionalmente consideradas antioxidantes como mamão, abacaxi, ameixa e até *P. peruviana*. Ferreira (2018), menciona que além dos compostos antioxidantes

encontrados nos frutos, a espécie também possui vitasteroides que apresentam potencial atividade anti-inflamatória, imunomoduladora, antitumoral e antioxidante.

No Brasil, estudos já foram realizados com espécies de *Physalis* visando a caracterização fenológica (Rodrigues et al. 2013, Santana et al. 2020), caracterização físico-química dos frutos (Santos et al. 2017, Souza et al. 2017, Tanan et al. 2018), estudos de diversidade genética (Santos et al. 2022, Silva Júnior et al. 2022) e de manejo (Buffon et al. 2020, Álvarez-Herrera et al. 2021).

Considerando as informações sobre o potencial e a relevância deste gênero, torna-se importante preservar a diversidade genética que possa existir no país, bem como gerar conhecimento sobre características dos diferentes genótipos e suas respectivas formas de manejo, além de incentivar seu cultivo no Brasil. Dessa forma, os objetivos do presente trabalho foram caracterizar acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* da UFRPE e analisar a divergência genética existente entre eles, a partir de caracteres físico-químicos de seus frutos.

CAPÍTULO I: IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO GÊNERO *PHYSALIS*

1.1 Gênero *Physalis*

O gênero *Physalis* L. é considerado um dos mais importantes da família Solanaceae, principalmente devido ao seu valor medicinal (Abou e Rady 2020) e ao seu fruto exótico, considerado funcional (Pereda et al. 2020). Apresenta cerca de 90 espécies, presentes sobretudo nas regiões tropicais da América, ocorrendo espontaneamente em todas as regiões e biomas do Brasil (Stehmann e Knapp 2023).

Entre as espécies mais conhecidas por seu emprego na alimentação humana estão a *P. peruviana* L. (Singh et al. 2019), *P. philadelphica* Lam. e *P. ixocarpa* Brot. ex Hornem (González-Pérez e Guerrero-Beltrán 2021). Para o tratamento de doenças são conhecidas as espécies *P. angulata* L. (Abdul-Nasir-Deen et al. 2020) e *P. minima* L. (Novita et al. 2020). Já como planta ornamental tem sido usada a espécie *P. alkekengi* L. (Rezanejad e Hosseini 2019).

O gênero *Physalis* agrupa plantas herbáceas anuais ou perenes com caule ereto ou decumbente, bastante ramificado e folhas pecioladas ou sésseis, com lâminas inteiras, margem lisa ou dentada. Suas flores são axilares, solitárias, pediceladas, bissexuadas, pentâmeras e actinomorfas. O cálice é frutífero acrescentado, inflado, anguloso ou não, escondendo totalmente o fruto, campanulado, geralmente curto-lobado, com lobos subiguais; corola com coloração branca, creme, amarela-esverdeada, amarela, alaranjada ou roxa com ou sem máculas que variam na forma e na cor; os estames apresentam filetes iguais ou subiguais, geniculados, pilosos, anteras rimosas, basifixas, disco nectarífero presente; o ovário é bilocular, glabro, estilete reto, estigma capitado. Seu fruto é do tipo baga globosa, pedunculado, pêndulo, de coloração verde, amarela, alaranjada, roxa, marrom ou quase pretas, com sabor que varia de azedo, amargo ou doce; sua semente vai de elipsoide a ovoide-elipsoide, achatada e com embrião curvo (Martínez et al. 2023, Stehmann e Knapp 2023).

O nome do gênero deriva do grego, e o termo “Physsa” significa bexiga referindo-se ao cálice inflado que envolve o fruto. Esta característica distingue facilmente o gênero durante o seu período de frutificação. Vale ressaltar que muitas espécies são comestíveis, mas devido ao pouco conhecimento de grande parte da população e dos agricultores de como cultivá-las adequadamente, a exploração comercial do gênero

resume-se a *P. peruviana* (Farias 2020). No Brasil, é conhecido popularmente como physalis, fisális, camapu, juá, joá, joá de capote e saco de bode (Muniz et al. 2015). Possui também diversos nomes ao redor do mundo como uchuva na Colômbia, uvilla no Equador, aguaymanto no Peru e na Argentina, capulí na Bolívia e no Peru, harankash no Egito, topotopo na Venezuela, rasbhari ou tapari na Índia e goldenberry em países cujo idioma nativo é o inglês (Corrales-Melgar et al. 2020).

A fisális é considerada uma fruta exótica (Watanabe e Oliveira 2014), fina, com público consumidor restrito, mas que está disposto a pagar preços superiores em comparação com as frutas tradicionais. Apesar de ser considerada uma planta rústica requer alguns cuidados como fertilização, tutoramento e podas (Rufato et al. 2012). Supõe-se que o seu alto valor esteja relacionado com a sua produção em menor escala que leva a uma oferta menor no mercado e aos gastos envolvidos em seu manejo (Rodrigues et al. 2013).

1.2 Importância socioeconômica

A Colômbia é o maior produtor e exportador de *P. peruviana* do mundo (León et al. 2020), tendo em 2018, exportações do fruto o valor de US\$ 32.423.465 com 7.271 toneladas, área plantada de 1605 ha, produção de 16.109 toneladas e o rendimento de 12,1 ton/ha. Da área total cultivada no país, 73% dos plantios estão localizados nos departamentos de Boyacá e Cundinamarca. Associa-se a maior produção destas regiões a altitude superior a 1.500 metros acima do nível do mar (Tamayo et al. 2020). A Holanda e Alemanha são os países aos quais mais se destinam os frutos *in natura* exportados (Minagricultura 2019).

No Brasil, o início do cultivo de *P. peruviana* se deu em 1999, na Estação Experimental Santa Luzia, localizada em São Paulo. Todavia, a produção está se ampliando no sul do país, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rufato et al. 2008). Segundo Siqueira (2018), a fruta vem ganhando espaço, também, nos pomares do sul de Minas Gerais.

Apesar da pouca expressão no Brasil, a *P. peruviana* já está inserida como uma das pequenas frutas com grande potencial de exploração comercial (Hoffmann et al.

2012). O custo total de implantação de um hectare na região Sul do Brasil é em torno de R\$ 20.000,00, sendo previsto o retorno do investimento em até dois anos (Lima et al. 2009). Na CEAGESP, o preço do quilo do fruto tem variado entre R\$ 40,00 a R\$ 50,00. Os frutos comercializados no entreposto são originados principalmente da Colômbia, e em menor escala de São Paulo, Minas Gerais e Estados Unidos (Ceagesp 2023). Isso torna o mercado nacional refém do mercado externo, ao mesmo tempo em que aponta para um mercado ainda pouco explorado por agricultores brasileiros, grande oportunidade de negócios e geração de empregos diretos.

A produção de frutos por planta na colheita de *P. peruviana* é estimada entre 2 a 3 kg, podendo o período produtivo até a colheita durar oito meses (Lima et al. 2009). Tanan (2015) obteve produtividade de *P. angulata*, em campo experimental na Bahia em 2013 e 2014, de 167,4 e 155,2 frutos por planta, respectivamente, com peso médio do fruto de 2,5 g e 2,1 g, respectivamente. Produtividade média em torno de 10 t ha⁻¹ de *P. peruviana* foi obtida por Hoffmann et al. (2012). Tanan et al. (2018), obteve produtividade estimada inferior, sendo de 5,0 t ha⁻¹ para *P. angulata* e 9,0 t ha⁻¹ para *P. pubescens* em campo experimental na Bahia o que pode estar relacionado ao não tutoramento das plantas, menor duração do ciclo reprodutivo em comparação ao de regiões produtoras que normalmente é de dois anos consecutivos e às condições climáticas de altas temperaturas e chuvas concentradas em poucos meses.

A boa adaptação da cultura às condições edafoclimáticas e a aceitação do fruto indicam o potencial que a espécie apresenta no Brasil, que oferece oportunidades para se tornar exportador desta fruta. No entanto, a cadeia produtiva da cultura depende de investimentos das instituições de pesquisa em trabalhos de melhoramento, visto que a maioria dos trabalhos se concentram apenas em técnicas de cultivo (Trevisani et al. 2016).

1.3 Conservação de recursos genéticos

A conservação e o uso sustentável de recursos genéticos configuram-se nos pilares da segurança alimentar. Dessa forma, conservar e utilizar esta diversidade

genética contribui para a inserção destes recursos genéticos nas mesas dos consumidores ou até mesmo com a sua utilização em fármacos (Paiva et al. 2019).

Os recursos genéticos vegetais são definidos como a fração dos materiais genéticos que fazem parte da biodiversidade com grande valor para a humanidade, para uso atual ou potencial e servem de matéria-prima para os programas de melhoramento. São de grande importância em tempos de mudanças climáticas, aquecimento global, aumento da população e cultivos cada vez mais uniformes e vulneráveis a fatores bióticos e abióticos (Walter et al. 2012, Carvalho e Amaro 2019).

Outros dois conceitos comumente empregados na conservação de recursos genéticos são os de diversidade e variabilidade genética. O primeiro refere-se ao número de espécies diferentes que ocupam um determinado local, já o segundo trata-se da quantidade de indivíduos geneticamente diferentes pertencentes a uma mesma espécie (Costa e Spehar 2012).

Já quanto aos tipos de conservação, os mais comuns são *in situ*, *on farm* e *ex situ*. A conservação *in situ* é uma estratégia utilizada com as espécies vegetais nos locais onde elas ocorrem normalmente, seja de forma espontânea (nativos) ou em locais que se adaptaram sob influência humana (espécies domesticadas ou cultivadas). Outra modalidade é a conservação *on farm*, na qual as plantas permanecem no próprio local de produção, sendo considerada uma complementar à conservação *in situ*. Já a conservação *ex situ* é uma forma de preservar os recursos genéticos fora de seu habitat natural, estando situados em bancos de germoplasma e coleções (Paiva et al. 2019).

Vale salientar que mesmo com as diversas formas de conservação de germoplasma existente, a mais comum entre espécies frutíferas é realizada a campo, através de Bancos Ativos de Germoplasma, sendo poucos acessos de algumas espécies conservadas por sementes ortodoxas e/ou cultura de meristema *in vitro* (Ferreira 2011).

E uma alternativa para contornar a distância entre a conservação em bancos de germoplasma e o uso de seus acessos é a realização de atividades de pré-melhoramento, que visa identificar características úteis ao melhoramento genético,

como acessos mais adaptados as condições climáticas de um local (Bonow 2011). Os termos pré-melhoramento e pós-melhoramento são atividades do melhoramento genético vegetal costumeiramente divididas didaticamente, mas não podendo ser trabalhadas separadamente, pois a união entre elas resulta no cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos pelos programas de melhoramento genético (Faleiro et al. 2008).

Portanto, pode-se observar que o futuro dos recursos genéticos vegetais no Brasil depende da conservação. Cabe às instituições públicas como as universidades agirem como guardiões desta agrobiodiversidade visando a promoção da soberania nacional e segurança alimentar por meio do investimento na criação de coleções e bancos de germoplasma (Burle 2019).

1.3.1 Bancos de germoplasma do gênero *Physalis*

Os maiores bancos de germoplasma de *Physalis* estão localizados na Colômbia (Ligarreto e Correa 2005). No Brasil, são conhecidas coleções de trabalho mantidas no campo Universidade Federal de Lavras (Alvim 2014) e na Universidade Estadual de Feira de Santana (Santos 2018), na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Fiocruz, na Universidade Federal de Santa Catarina, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal da Paraíba (Santos 2018) e, mais recentemente, na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Além disso, há duas coleções de sementes na Universidade Estadual de Feira de Santana, mantidas no Laboratório de Germinação de Sementes (LAGER) e no Laboratório de Genética Molecular (LAGEM), com progênies de meios-irmãos das espécies *P. philadelphica*, *P. ixocarpa*, variedade verde e roxa, e acessos de *P. angulata* (Santos 2018). Na Universidade Federal Rural de Pernambuco, sementes de todos os acessos do Banco Ativo de Germoplasma também são mantidos conservados sob refrigeração.

O BAG de *Physalis* da UFRPE vem proporcionando a concretização de diversos estudos, gerando informações importantes, como uma dissertação de mestrado (Gama 2022), um artigo científico (Gama et al. 2022) e diversos resumos em Congressos Científicos, resultados de orientação de mestrado e iniciação

científica (Gama et al. 2021, Gama et al. 2022, Couto et al. 2022). Atualmente, estão sendo desenvolvidas uma Tese de Doutorado e uma Dissertação de Mestrado vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético em Plantas (PPGAMGP) da UFRPE, avaliando acessos do BAG da UFRPE.

Para o bom aproveitamento dos recursos genéticos do gênero *Physalis* é necessário a existência de uma ampla disponibilidade de informações genéticas a partir dos acessos mantidos em coleções bem consolidadas. Com isso, é possível selecionar genótipos e desenvolver atividades como pré-melhoramento, clonagem e multiplicação de indivíduos que apresentam características favoráveis ou as suas diversas combinações (Fischer et al. 2005).

1.3.2 Panorama do melhoramento genético de *Physalis*

O gênero *Physalis* engloba várias espécies consideradas “órfãs” por serem subutilizadas e negligenciadas do ponto de vista científico, além de não serem amplamente comercializadas internacionalmente (Lopez-Gomollon 2023). Diversos motivos justificam a necessidade de melhorar essas culturas, como superação de limitações de produtividade, melhoria das suas propriedades nutricionais, identificação de compostos tóxicos e promoção da resistência a fatores bióticos e abióticos (Tadele 2019).

O maior volume de trabalhos desenvolvidos com a cultura no Brasil está relacionado ao aspecto medicinal, entretanto havendo também estudos sobre propagação, estresse ambiental, estudos genéticos entre outros (Cerqueira et al. 2022). Abreu et al. (2022), em pesquisa realizada através de questionário eletrônico verificou que em relação ao pré-melhoramento no Brasil, apenas quatro programas de melhoramento vegetal desenvolvem a atividade somados os gêneros *Physalis* e *Solanum*.

Acredita-se que a maior dificuldade da expansão da produção de fisalis em países não-andinos seja a falta de cultivares melhoradas (Santos et al. 2022). Atualmente, apenas duas cultivares estão disponíveis, Corpoica Andina, obtida através de três ciclos de seleção massal e Corpoica Dorada, obtida a partir de culturas

de anteras, ambas selecionadas para as condições edafoclimáticas da Colômbia e podem não ter um desempenho satisfatório em outras regiões (Zarantes et al. 2016, Betancourt et al. 2016).

Santos et al. (2022) afirmam que, mesmo *Physalis* apresentando grande potencial pelo sabor exótico de seus frutos, a sua produção é limitada pela falta de informação sobre a variabilidade genética dentro e entre as populações, dificultando assim a seleção de novos genótipos.

Em trabalho desenvolvido por Silva Júnior et al. (2022), com genótipos de *Physalis*, foi possível afirmar que seus híbridos interespecíficos foram superiores para maioria das variáveis quantitativas, quando comparados com sete espécies do gênero (*P. angulata*, *P. ixocarpa*, *P. pruinosa*, *P. peruviana*, *P. pubescens*, *P. mínima* e *P. daturaefolia*) apresentado ampla diversidade genética e possibilidade de combinação. Dessa forma, observa-se que é amplo o potencial do gênero e que é possível o desenvolvimento de novos genótipos em futuros programas de melhoramento.

Já foram realizados estudos sobre a diversidade citogenética de populações de *P. peruviana* no Peru em que se identificou a existência de aneuploidia nos genomas com número de cromossomos variável de acordo com os ecótipos, sendo o proveniente de K'ayra (Cusco) com nível de ploidia de $2n = 24$ e o de Huayocari (Urubamba) com $2n = 36$ possibilitando a sua aplicação no melhoramento genético com a seleção de genótipos para fins comerciais (Alcázar et al. 2020).

No que se diz respeito a análise dos genomas completos de cloroplastos, Feng et al. (2020) realizaram trabalho com quatro espécies do gênero (*P. angulata*, *P. alkekengi* var. *franchetii*, *P. minima* e *P. pubescens*) tendo constatado que o tamanho dos genomas variou de 156.578 pb (*P. alkekengi* var. *franchetii*) a 157.007 pb (*P. pubescens*) que auxilia na identificação das espécies, além de aumentar a resolução taxonômica e filogenética do gênero.

Considerando estudos desenvolvidos na área molecular, podem ser destacados os seguintes trabalhos: Peña-Ortega et al. (2021) realizaram a caracterização molecular de *P. ixocarpa*; Paitan et al. (2020) analisaram a diversidade genética de *P. peruviana*; Bonilla et al. (2019) estimaram a diversidade genética de

três populações de *P. peruviana* a partir do fracionamento e padrão eletroforético de proteínas; Santos (2019) avaliaram a variabilidade genética de *P. angulata* através de marcadores ISSR; Cely et al. (2015) avaliaram a variabilidade genética de parentais e populações F1 inter e intraespecíficas de *P. peruviana* e *P. floridana* e Martín (2015) identificou genes em *P. philadelphica* relacionados a defesa da planta em resposta a ataques da mosca branca.

Apesar da existência de trabalhos envolvendo caracterização morfoagrônoma e marcadores moleculares em *Physalis*, ainda há um longo caminho a percorrer para o estabelecimento de um programa de geração de variedades e híbridos. Embora os métodos de melhoramento convencionais sejam mais comuns para a produção de novos genótipos superiores, normalmente são lentos e muito trabalhosos (Peñaranda et al. 2011).

1.4 Caracterização de *Physalis*

O processo de caracterização é essencial para a conservação de recursos genéticos. Inicia-se com a correta identificação botânica, o preenchimento dos dados de passaporte e a caracterização morfológica propriamente dita com o uso de descritores morfológicos (Burle 2019). A seleção de plantas nos programas de melhoramento tem se baseado fortemente na caracterização morfológica, a partir da qual é estudado o grau de variabilidade genética disponível, bem como a identificação das características mais promissoras ao melhoramento (Priori et al. 2018), devendo essas apresentar herdabilidade alta, visíveis e fáceis de mensurar, além de pouco influenciadas pelo ambiente a fim de discriminar corretamente os genótipos ou acessos (Burle 2019).

A caracterização também auxilia no uso dos recursos genéticos, porque possibilita que novos genótipos sejam incluídos nos programas de melhoramento genético ampliando com isso as estratégias de conservação. Diferentes métodos são utilizados na caracterização de recursos genéticos, entre eles os mais usuais são os que utilizam de características morfológicas e moleculares (Souza et al. 2015). Distingue-se da avaliação agrônoma, pois a avaliação normalmente está direcionada

a aspectos de interesse agrícola específicos como por exemplo, resistência a doenças, estresses abióticos, produtividade e rendimento (Burle 2019).

O emprego de características quantitativas e qualitativas em procedimentos de caracterização e avaliação possibilita a distinção entre genótipos, proporcionando a seleção de genitores para cruzamentos visando objetivos específicos (Quintal et al. 2012).

Para realizar trabalhos envolvendo a caracterização de germoplasma através de caracteres morfológicos, é importante verificar a existência de descritores da espécie em interesse e se já foram sistematizados para que as informações sejam padronizadas e consistente. Assim, a criação de listas de descritores ajuda nos processos de caracterização e avaliação e facilitam o uso adequado do germoplasma conservado (Barbosa 2021). González et al. (2008) publicaram uma lista com 69 descritores específicos para a análise e caracterização de *P. peruviana*, a qual tem servido de referência na caracterização de genótipos de fisális.

As características físicas e químicas são muito relevantes para a comercialização e manuseio de frutos. Fatores como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca do fruto são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores (Costa et al. 2004).

Chitarra e Chitarra (2005) dividem os atributos de qualidade para frutas e hortaliças em sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), rendimento, valor nutritivo e segurança. De acordo com Abreu et al. (2009), os principais caracteres relacionados com a qualidade do fruto pelos consumidores são: a cor, o peso, o tamanho e a firmeza. Reis et al. (2019) acrescentam ainda a aparência, textura, aroma, sabor, valor nutricional e composição química. Já os fatores que mais contribuem para deterioração dos frutos são o clima, genética, transporte, doenças e tratos culturais (Abreu et al. 2009).

A doçura de um fruto está relacionada ao teor de sólidos solúveis que apresenta, e que tende a aumentar com o seu amadurecimento, resultado de processos de biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Chitarra e Chitarra 2005). Além disso, pode ser influenciado pelas condições de produtivo, como

adubação, temperatura e disponibilidade de água e, principalmente, por características genéticas do material (Ramos et al. 2013).

A acidez é um parâmetro muito utilizado para a apreciação do estado de conservação de produtos alimentícios, pois está diretamente relacionada com o processo de amadurecimento e decomposição (Moura et al. 2011). O ratio é um índice que representa a relação sólidos solúveis totais e acidez titulável, sendo considerado muito importante para a avaliação do sabor de frutos, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, indicando o equilíbrio entre esses dois componentes (Chitarra e Chitarra 2005; Silvino et al. 2017). Não existe uma escala de valores definidos para este índice, podendo variar entre espécies, finalidade de uso (processado ou *in natura*) e do grau de maturação (Silvino et al. 2017).

A firmeza da polpa, definida como a força necessária para atingir uma determinada deformação, influencia na textura do fruto (Chitarra e Chitarra 2005). Para Velasques et al. (2007), a firmeza de polpa é o melhor indicador da maturação dos frutos, pois é capaz de determinar os níveis ótimos para consumo, transporte e manejo. Não se pode desconsiderar que para frutos climatéricos como é o caso da fisális, a firmeza da polpa é afetada devido a produção de etileno mesmo após a sua colheita (Rodrigues 2011).

Pellizzaro et al. (2020) avaliou a qualidade de frutos de *P. peruviana* em função de diferentes tipos de tutoramento e poda com características como, massa, cor, sólidos solúveis, pH e acidez. Já Lima et al. (2021) avaliaram a composição físico-química, fenólica e atividade antioxidante da espécie *P. angulata* coletada no Pará, e concluíram que o fruto possui potencial aceitação sensorial e alta capacidade antioxidante com benefícios para a saúde.

REFERÊNCIAS

Abdul-Nasir-Deen AY, Boakye YD, Osafo N, Agyare C, Boamah D, Boamah VE e Agyei EK (2020) Anti-inflammatory and wound healing properties of methanol leaf extract of *Physalis angulata* L. **South African Journal of Botany** 133: 124-131.

Abou BDH e Rady HM (2020) Bioassay-guided approach employed to isolate and identify anticancer compounds from *Physalis peruviana* calyces. **Plant arch** 20: 3285-3291.

Abreu AG, Pádua JG e Barbieri RL (2022) **Conservação e uso de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura no Brasil: 2012 a 2019**. Embrapa, Brasília, 112p.

Abreu SPM, Peixoto JR, Junqueira NT e Sousa NAF (2009) Características Físico-Químicas de cinco genótipos de Maracujazeiro-Azedo Cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31: 487-491.

Alcázar PG, Felices SP e Gómez KM (2020) Diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L." aguaymanto" de los ecotipos del Perú. **Investigación** 28: 157-165.

Álvarez-Herrera J, Fischer G e Vélez JE (2021) Análisis de la producción de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante el ciclo de cosechas en invernadero con diferentes láminas de riego. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** 45: 109-121.

Alvim AE (2014) **Universidade Federal de Lavras – UFLA**. Banco de Germoplasma de Hortaliças Não Convencionais da UFLA já reúne mais de 35 espécies. Disponível em: <<https://ufla.br/arquivo-de-noticias/6287-banco-de-germoplasma-de-hortalicas-nao-convencionais-da-ufla-ja-reune-mais-de-35-especies>>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

Barbosa BLR (2021) Avaliação morfoagronômica de germoplasma de melão do nordeste brasileiro. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Betancourt EPS, Cubillos FGM, Arboleda AAN, Gil LFG e Zarantes VMN (2016) **Corpoica Dorada**: variedade de groselha para Boyacá, Cundinamarca e Antioquia. Disponível em: <<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/11565>>. Acesso em 26 de jul. de 2023.

Bonilla H, Carbajal Y, Siles M e López A (2019) Diversidade genética de três populações de *Physalis peruviana* a partir do fracionamento e padrão eletroforético de proteínas de reserva seminal. **Revista Peruana de Biología**, 26: 243-250.

Bonow S (2011) **Infobios – Informações Tecnológicas**. Pré-melhoramento: elo entre recursos genéticos e programas de melhoramento de plantas. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=924201&biblioteca=vazio&busca=Pr%C3%A9-melhoramento\:%20elo%20entre%20recursos%20gen%C3%A9ticos%20e%20programas%20de%20melhoramento%20de%20plantas&qFacets=Pr%C3%A9-melhoramento\:%20elo%20entre%20recursos%20gen%C3%A9ticos%20e%20programas%20de%20melhoramento%20de%20plantas&sort=&paginaAtual=1>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

Buffon PA, Schwab NT, Both V, Führ A e Binsfeld MC (2020) Desenvolvimento, produtividade e qualidade de *physalis* conduzido em diferentes sistemas de tutoramento. **Acta Iguazu**, 9: 134-147.

Burle ML (2019) **Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa - histórico e perspectivas futuras**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 14p.

Carvalho SIC e Amaro GB (2019) A importância dos recursos genéticos vegetais para a olericultura brasileira. **Hortaliças em Revista** 27: 10-11.

Ceagesp (2023) **Cotação – Physalis**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/index.php/estatisticas/cotacoes>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

Cely JAB, Rodriguez FE, Almario CG e Meneses LSB (2015) Genetic variability of parents and inter and interspecific f1 populations of *Physalis peruviana* L. and *P. floridana* Rydb. **Revista Brasileira de Fruticultura** 37: 179-192.

Cerqueira MVA, Almeida AQ, Nascimento MN e Galiano MCF (2022) Estudo das linhas de pesquisa e caracterização agrônômica de *Physalis angulata* L. **Revista RG News** 8:2.

Chitarra MIF e Chitarra AB (2005) **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. UFLA, Lavras, 783p.

Corrales-Melgar DD (2020) Beneficios del consumo del fruto de *Physalis peruviana* L.: una revisión narrativa. Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Nutrición y Dietética.

Costa AM, Spehar CR e Sereno JRB (2012) **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Embrapa, Brasília, 628p.

Costa ND, Luz TLB, Gonçalves EP e Bruno R (2004) Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal** 20: 65-71.

Couto MLC, Gama BRA, Cunha CRRO, Santos KAS, Santos Neto JC, Martins LSS e Montarroyos AVV (2022) Armazenamento e viabilidade de sementes de *Physalis* L. VI Congresso Brasileiro De Recursos Genéticos.

Faleiro FG, Farias Neto AL e Ribeiro Júnior WQ (2008) **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 183p.

Farias JWS (2020) Análise dialética para descritores morfoagronômicos de híbridos de *Physalis angulata* L. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Feng S, Zheng K, Jiao K, Cai Y, Chen C, Mao Y e Wang H (2020) Complete chloroplast genomes of four *Physalis* species (Solanaceae): lights into genome structure, comparative analysis, and phylogenetic relationships. **BMC Plant Biology** 20: 1-14.

Ferreira FR (2011) Germoplasma de fruteiras. **Revista Brasileira de Fruticultura** 33: 1-6.

Ferreira LMSL (2018) Caracterização anatômica e fitoquímica da *Physalis angulata* L. e seu efeito sobre células de indivíduos com mielopatia associada ao HTLV-1. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Medicina e Saúde Humana da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. 98p.

Fischer G, Miranda D, Piedrahíta W e Romero J (2005) **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia.** Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 222p.

Fischer G, Ebert G e Lüdders P (2007) Production, seeds and carbohydrate contents of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits grown at two contrasting Colombian altitudes. **Journal of Applied Botany and Food Quality** 81: 29-35.

Fischer G, Merchán P, Miranda D (2014) Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira Fruticultura** 36: 001-015.

Gama BRA, Cunha CRRO, Santos KAS, Santos Neto JC, Martins LSS e Montarroyos AVV (2022) Armazenamento e viabilidade de sementes de *Physalis* L. IV Simpósio de Genética, Melhoramento e Conservação de Plantas.

González OT, Torres JMC, Cano CIM, Arias ML e Arboleda AAN (2008) Caracterización morfológica de cuarenta y seis accesiones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), en Antioquia (Colombia). **Revista Brasileira de Fruticultura** 30: 708-715.

González-Pérez JE e Guerrero-Beltrán JÁ (2021) Tomatillo or husk tomato (*Physalis philadelphica* and *Physalis ixocarpa*): A review. **Scientia Horticultura** 288:110306.

Hoffmann A, Antunes L e Hoffmann A (2012) **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Embrapa, Brasília, 194p.

Kinnup VF (2007) Plantas alimentícias não convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. TESE (Doutorado em Fitoterapia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 590.

Kinupp VF e Lorenzi H (2014) **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 76p.

León JAC, Díaz LP e Úsuga STS (2020) Estudio de viabilidad para exportar uchuva hacia Estados Unidos. Plan de negocios presentado para optar por el título de Negocios Internacionales. Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

Ligarreto G, Lobo M e Correa A (2005) Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. In G. Fischer (Ed.), **Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia** (pp. 9–53). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Lima AJM, Barbosa Júnior ASB, Lopes DP, Lopes YMS, Soares DB, Silva Júnior CHC e Modesto Júnior EN (2021) Composição físico-química, fenólica e atividade antioxidante do camapu (*Physalis angulata* L.) coletado em Salvaterra, Marajó, Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas** 2: 362-372.

Lima CSM, Manica-Berto R, Silva SJP, Betemps DL e Rufato ADR (2009) Custos de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Ceres** 56: 555-561.

Lopez-Gomollon S (2023) "*Physalis*: A new model crop to understand plant diversity. **The Plant Cell** 35: 338–339.

Martín QC (2015) Identificación de genes relacionados con defensa en tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) en respuesta a la infestación por mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas.

Martínez M, Vargas-Ponce O e Zamora-Tavares P (2023) Taxonomic revision of *Physalis* in Mexico. **Frontiers in Genetics** 14: 1080176.

Minagricultura (2019) **Cadena de la Uchuva**. Bogotá: Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Disponível em [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=c756913002cdb463JmItdHM9MTY5MDA3MDQwMCZpZ3VpZD0zN2UzMTdiZC00NDJmLTYxYjltMzFIZS0wNWQ1NDU0NDYwZGMmaW5zaWQ9NTlwMw&ptn=3&hsh=3&fclid=37e317bd-442f-61b2-31ee-05d5454460dc&psq=Minagricultura.\(2019\).+Cadena+de+la+Uchuva.+Bogot%c3%a1%3a+Direcci%c3%b3n+de+Cadenas+Agr%c3%adcolas+y+Forestales.&u=a1aHR0cHM6Ly9zaW9jLm1pbmFncmljdWx0dXJhLmdvdi5jby9QYXNpZmxvcmFzL0RvY3VtZW50b3MvMjAxOS0wNi0zMCUyMENpZnJhcyUyMFNIY3RvcmlhbGVzJTlwVUNIVVZBLnBkZj9JRD0yNDg&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=c756913002cdb463JmItdHM9MTY5MDA3MDQwMCZpZ3VpZD0zN2UzMTdiZC00NDJmLTYxYjltMzFIZS0wNWQ1NDU0NDYwZGMmaW5zaWQ9NTlwMw&ptn=3&hsh=3&fclid=37e317bd-442f-61b2-31ee-05d5454460dc&psq=Minagricultura.(2019).+Cadena+de+la+Uchuva.+Bogot%c3%a1%3a+Direcci%c3%b3n+de+Cadenas+Agr%c3%adcolas+y+Forestales.&u=a1aHR0cHM6Ly9zaW9jLm1pbmFncmljdWx0dXJhLmdvdi5jby9QYXNpZmxvcmFzL0RvY3VtZW50b3MvMjAxOS0wNi0zMCUyMENpZnJhcyUyMFNIY3RvcmlhbGVzJTlwVUNIVVZBLnBkZj9JRD0yNDg&ntb=1). Acesso em: 23 de jul. de 2023.

Moura CLA, Pinto GAS e Figueiredo RW. 2011. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos 29**: 237-252.

Muniz J, Molina AR e Muniz J (2015) Physalis: panorama produtivo e econômico no Brasil. **Horticultura Brasileira**: 33 00-00.

Novita M, Rivai H e Misfadhila S (2020) Review of Phytochemical and Pharmacological Activities of *Physalis Minima*. **International Journal of Pharmaceutical Research and Applications 5**: 51-56.

Oliveira AM, Malunga LN, Perussello CA, Beta T e Ribani RH (2020) Phenolic acids from fruits of *Physalis angulata* L. in two stages of maturation. **South African Journal of Botany 131**: 448-453.

Paitan MG, Sotomayor AL, Vega SA, Bejarano PG, Julca IT, Flores MP e Vallejos MS (2020) Análisis de diversidad genética de *Physalis peruviana* L. procedente de tres regiones de Perú utilizando marcadores microsatélites. **Biotecnología Vegetal 20**: 326-337.

Paiva SR, Albuquerque MSM, Salomão NA, José SCBR e Moreira JR (2019) **Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Brasília, 298 p.

Pellizzaro V, Paula JCBD, Furlan FF, Omura MS e Takahashi LSA (2020) Qualidade de frutos de *Physalis peruviana* L. em função de diferentes tipos de tutoramento e poda. **Brazilian Journal Of Food Technology**: 23.

Peña-Ortega MG, Peña-Lomelí A, Carnstensen-Benavides K, Magaña-Lira N e Martínez-Solís J (2021) Caracterización molecular de variedades de referencia de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) mediante marcadores ISSR. **Current Topics in Agronomic Science 1**: 11-19.

Peñaranda LS, Betancourt ES, Marroquín MG, Arias FLG e Zarantes VMN (2011) **Producción de plantas genéticamente puras de Uchuva**. Editorial Kimpres, Bogota, 56p.

Pereda MSB, Nazareno MA e Viturro CI (2020) Optimized formulation of a *Physalis peruviana* L. fruit nectar: physicochemical characterization, sensorial traits and antioxidant properties. **Journal of Food Science and Technology** 57: 3267-3277.

Priori D, Barbieri RL, Mistura CC e Villela JCB (2018) Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do sul do Brasil. **Revista Ceres** 65: 337-345.

Quintal SSR, Viana AP, Gonçalves LSA, Pereira MG e Amaral Júnior AT (2012) Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas. **Semina: Ciências Agrárias** 33: 131-142.

Ramos ARP, Amaro ACE, Macedo AC, Sugawara GSA, Evangelista, RM, Rodrigues JD e Ono EO (2013) Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias** 34: 3543-3552.

Reis R, Viana EDS, Fonseca N, Almeida J, Rodrigues Filho JDA, Guedes I e Sena LDO (2019) **Atributos físico-químicos de frutos de variedades de manga cultivadas em sistema orgânico**. Embrapa, Cruz das Almas, 22p.

Rezanejad F e Hosseini AS (2019) The effect of growth factors on direct micropropagation of *Physalis alkekengi* L. (Solanaceae) through buds and stems explants to transfer to the greenhouse and flowering phase. **Modares Journal of Biotechnology** 10: 441-446.

Rodrigues FA (2011) Caracterização físico-química e anatômica de *Physalis peruviana* L. Universidade Federal de Lavras. Lavras: Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia.

Rodrigues FA, Penoni EDS, Soares JDR, Silva RAL e Pasqual M (2013) Caracterização fenológica e produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. **Bioscience Journal** (Online): 1771-1777.

Rufato L, Muniz J, Kretschmar AA, Rufato ADR e Gatiboni LC (2012) Aspectos técnicos da cultura da fisalis. **Informe Agropecuário**, 33: 69-83.

Santana AS, Giacobbo CL, Prado J, Uberti A e Alberto CM (2020) Fenologia e qualidade de frutos de acessos de *Physalis* spp. **Agrarian** 13: 1-8.

Santos KSD (2018) Estudo genético e aspectos reprodutivos em espécies do gênero *Physalis*. 92p. Tese (Doutorado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

Santos KS, Flores EM e Malcher ET (2017) Caracterização química e atividade antioxidante (in vitro) do fruto do camapú (*Physalis peruviana* L.). **Revista Ciência e Sociedade** 1: 89-102.

Santos KS, Passos AR, Silva LCC, Silva AL e Tanan TT (2022) Diversidade genética de *Physalis ixocarpa* e *P. philadelphica* a partir de características físico-químicas de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 56: 01534.

Santos MC (2019) Variabilidade genética em *Physalis angulata* L. (Solanaceae) utilizando marcador ISSR. Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Biologia, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB.

Santos MD, Trevisani N, Cerutti PH, Pierre PMO e Guidolin AF (2022) Origin, evolution and strategies for the genetic improvement of physalis. **Ciência Rural**, 53.

Silva Júnior AD, Zeist AR, Leal MHS, Oliveira JNM, Oliveira GJA, Toroco BR, Silva DF e Nogueira AF (2022) Divergência genética em espécies e híbridos interespecíficos de *Physalis* baseada em caracteres morfoagronômicos. **Research, Society and Development** 11: 1-17.

Silvino R, Silva G e Santos OV (2017) Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias Mombin* L.). **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins** 4: 03-11.

Singh N, Singh S, Maurya P, Arya M, Khan F, Dwivedi DH e Saraf SA (2019) An updated review on *Physalis peruviana* fruit: Cultivational, nutraceutical and pharmaceutical aspects. **Indian Journal of Natural Products and Resources** 10: 97-110.

Siqueira I (2018) **Novidade no pomar**: cultivo de physalis rende R\$ 40 mil por ano. Disponível em:

<<https://globo rural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/11/novidade-no-pomar-cultivo-de-physalis-rende-r-40-mil-por-ano.html>>. Acesso em: 23 de jul. de 2023.

Souza CLM, Souza MO, Oliveira RS, Nascimento MN e Pelacani CR (2017) Biometric characteristics of fruits and physiological characterization of seeds of *Physalis* species (Solanaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 12: 277-282.

Souza DCL (2015) Técnicas moleculares para caracterização e conservação de plantas medicinais e aromáticas: uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 17: 495-503.

Stehmann JR e Knapp S (2023) *Physalis* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14696>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

Tadele Z (2019) Orphan crops: their importance and the urgency of improvement. **Planta** 250: 677-694.

Tamayo HRT et al. (2020) Plan Departamental de Extensión Agropecuaria. Gobernación de Cundinamarca.

Tanan TT (2015) Fenologia e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. 58 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

Tanan TT, Nascimento MN e Silva RL (2018) Produção e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. **Colloquium Agrariae** 14:113-121.

Trevisani N, Schmit R, Beck M, Guidolin AF e Coimbra JLM (2016) Selection of fisális populations for hibridizations, based on fruit traits. **Revista Brasileira de Fruticultura**: 38.

Velasquez HJC, Giraldo OHB e Arango SSP (2007) Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía** 60: 3785-3796.

Walter BMT, Cavalcanti TB e Bianchetti LB (2012) Princípios sobre coleta de Germoplasma Vegetal. In: Ana Maria Costa, Carlos Roberto Spehar, José Robson Bezerra Sereno. Conservação de recursos genéticos no Brasil. Embrapa, Brasília, DF.

Watanabe HS e Oliveira SL (2014) Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura** 36: 23-38.

Zarantes VMN, Betancourt EPS, Cubillos FGM, Gil LFG e Arboleda AAN (2016) **Corpoica Andina**: variedade de groselha para Boyacá, Cundinamarca, Antioquia e Nariño. Disponível em: <<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/11528>>. Acesso em 26 de jul. de 2023.

**CAPÍTULO II: DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE *PHYSALIS* spp. A
PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS**

Artigo a ser submetido à revista “Anais da Academia Brasileira de Ciências” | “Annals of the
Brazilian Academy of Sciences”. Qualis A2, Fator de Impacto: 1,813.

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE *PHYSALIS* spp. A PARTIR DE
CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS**

Carina Raissa Rocha Oliveira da Cunha^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-8408-5122>

Jonatan Roberto de Lima¹

<https://orcid.org/0000-0003-2162-566X>

Juan Karlos de Darly e Silva²

<https://orcid.org/0000-0002-1702-301X>

Luiza Suely Semen Martins¹

<https://orcid.org/0000-0002-9928-479X>

Angélica Virgínia Valois Montarroyos¹

<https://orcid.org/0000-0003-2363-5247>

¹ Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas (PPGAMGP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Departamento de Agronomia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE, Brasil

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Departamento de Agronomia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife, PE, Brasil

KEY WORDS: avaliação de germoplasma, banco de germoplasma, caracterização de germoplasma, físalis, fruticultura, pré-melhoramento

RUNNING TITLE: Divergência genética de acessos de *Physalis* spp.

SEÇÃO: Fitotecnia

* Carina Raissa Rocha Oliveira da Cunha, Rua Umbuzeiro 155 A, 53250-470 Olinda, PE, Brazil. +55 81 98409-9185, carina.rocha@ufrpe.br

RESUMO

O melhoramento genético de pequenas frutas pode impulsionar seu consumo e expansão de cultivo. Para isso, avaliou-se a diversidade genética de acessos de *Physalis*, com base em caracteres físico-químicos dos frutos provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e avaliou-se características físicas (massa fresca total e do fruto, largura do cálice e do fruto, comprimento do cálice e do fruto, firmeza da casca do fruto e da polpa, número de sementes por fruto) e químicas (pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ratio). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Dois métodos de agrupamento foram utilizados para estimar a dissimilaridade, além do método de Singh para identificar a contribuição relativa dos caracteres. Também foi realizada a correlação de Pearson. Os resultados mostraram variabilidade genética entre os acessos, formando dois grupos distintos nos agrupamentos, sendo o algoritmo de classificação hierárquica ascendente mais discriminatório. Comprimento do cálice, firmeza da epiderme, pH e massa fresca total foram os caracteres mais relevantes, representando mais de 80% da diversidade genética total. A correlação de Pearson revelou quinze correlações significativas.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, sendo as maiores áreas cultivadas encontradas no Nordeste (Vidal 2020). Como alternativa para melhoria de renda dos pequenos agricultores, a diversificação do cultivo agrícola com culturas de alto valor agregado vem sendo uma opção (Simonetti et al. 2011).

As pequenas frutas apresentam demanda crescente e podem ser exploradas com sucesso econômico e social pelas suas qualidades e funcionalidades, bem como pela geração de empregos e possibilidade de plantio em áreas reduzidas (Antunes & Hoffman 2012). Nesta perspectiva, encontra-se o gênero *Physalis* L., sendo atualmente um dos gêneros mais importantes da família Solanaceae, que contém 90 espécies botanicamente identificadas e distribuídas, principalmente, nas regiões tropicais da América. No Brasil, é encontrada ocorrendo espontaneamente em todas as regiões e em todos seus biomas (Stehmann & Knapp 2023).

Entre as espécies mais conhecidas por seu emprego na alimentação humana estão a *P. peruviana* L. (Singh et al. 2019), *P. philadelphica* Lam. e *P. ixocarpa* Brot. ex Hornem (González-Pérez & Guerrero-Beltrán 2021). A *P. peruviana*, espécie mais conhecida e cultivada mundialmente, apresenta frutos pequenos e açucarados, com composição nutricional rica em vitaminas A e C, ferro, fósforo, alcaloides, flavonoides, carotenoides e compostos bioativos. São tradicionalmente consumidos no Brasil *in natura* e no ramo da confeitaria, como ornamentação de bolos e doces finos, sendo usada também na produção de geleias, sucos, sorvetes e iogurtes. Suas raízes e folhas são utilizadas como medicinais e o seu cálice, como artefato artesanal (Muniz et al. 2015).

Já para o tratamento de doenças são conhecidas as espécies *P. angulata* L. (Abdul-Nasir-Deen et al. 2020) e *P. minima* L. (Novita et al. 2020). E como planta ornamental tem sido usada a espécie *P. alkekengi* L. (Rezanejad e Hosseini 2019).

A conservação de recursos genéticos é de fundamental importância, principalmente devido a intensificação de fatores que podem ocasionar a perda de tais recursos, como a destruição dos habitats naturais, vulnerabilidade e erosão genética. Para os programas de melhoramento ou de conservação, estudos relacionados a diversidade genética e compreensão de sua magnitude, bem como natureza e distribuição, entre e dentro de populações, são informações de grande relevância (Cruz et al. 2020).

O conhecimento da variabilidade genética entre acessos é norteador para o desenvolvimento de estratégias de coleta, manejo e utilização do germoplasma (Almeida Júnior et al. 2014). No melhoramento genético, quantificar o grau de dissimilaridade têm contribuído para detecção do parentesco genético entre diferentes acessos de bancos de germoplasma; identificação de possíveis parentais para cruzamentos específicos; predição da heterose; identificação de grupos heteróticos para formação de híbridos; identificação de possíveis duplicatas nos bancos de germoplasma; avaliação do fluxo gênico ao longo do tempo e na identificação de variedades protegidas (Cruz et al. 2020).

A caracterização biométrica de frutos contribui para o estudo da divergência genética entre acessos de bancos de germoplasma e para a identificação dos caracteres que mais influenciam na detecção da divergência para uso do recurso genético em programas de melhoramento (Faria et al. 2013). Enquanto caracteres quantitativos como tamanho dos frutos sofrer influência do ambiente na expressão de seu genótipo, o que torna sua determinação mais complexa (Ferreira et al. 2022).

Estudos voltados a identificar aspectos de qualidade, a partir de avaliação de características físico-químicas e nutricionais de frutos, estão sendo desenvolvidos para ampliação das possibilidades do setor frutícola, não só para exploração comercial local, mas também para exportação (Moura et al. 2011).

Análises multivariadas têm sido utilizadas na determinação da divergência genética de diversas culturas e resultados satisfatórios têm sido obtidos em mandioca (Pedri et al. 2023), arroz (Semeskandi et al. 2023) e, até mesmo, físalis (Silva Júnior et al. 2022). Além disso, os métodos de agrupamento de indivíduos são importantes para pesquisas, fornecendo informações sobre diversidade. Os métodos de Tocher e Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) são distintos, mas complementares, usando medidas de dissimilaridade para agrupar os acessos. Dessa forma, combinar ambos é essencial para um estudo mais completo da diversidade (ARAÚJO et al., 2019).

Este trabalho tem por objetivos realizar a caracterização físico-química de acessos de *Physalis* spp. e estimar a divergência genética entre eles, contribuindo com informações para programas de melhoramento genético da cultura, bem como para divulgação do potencial deste gênero junto aos pesquisadores, produtores rurais e consumidores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados cinco acessos (BAG_P14, BAG_P20, BAG_P30, BAG_P33 e BAG_P34) de *Physalis* spp., pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da UFRPE, e oriundos de diferentes municípios brasileiros, coletados em áreas de cultivo de pequenos produtores rurais, terrenos baldios e quintais residenciais (Tabela I).

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, na Zona da Mata Pernambucana (coordenadas 8°1'6,8"S e 34°56'41,4"W), semeadas em setembro de 2022.

Tabela I. Identificação, procedência, coordenadas geográficas, altitude e temperatura média de cinco acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023.

ACESSO	PROCEDÊNCIA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ALTITUDE*	TEMPERATURA MÉDIA**
BAG_P14	Carpina, PE	7°50'33,12"S; 35°16'01,32"W	118m	24,9 °C
BAG_P20	Caxias do Sul, RS	29°10'03,85"S; 51°09'35,45"W	641m	16,9 °C
BAG_P30	Caaporã, PB	07°29'17"S; 34°57'54"W	38m	25,7 °C
BAG_P33	Vitória de Santo Antão, PE	8°09'34,13"S; 35°17'45,24"W	245m	24,2 °C
BAG_P34	Jaboatão dos Guararapes, PE	8°08'51,7"S; 34°54'44,3"W	26m	25,4 °C

*Altitudes médias dos municípios (Topographic-map.com 2023)

** Temperaturas médias dos municípios (Climate-data.org 2023)

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições por acesso, sendo cada parcela constituída por três plantas, totalizando 12 plantas por acesso.

A semeadura dos acessos foi realizada no dia 28 de setembro de 2022, em bandeja de poliestireno expandido com 200 células, preenchidas com o substrato comercial Basaplant®, com uma a duas sementes por célula. Aos 8 dias após a

semeadura (DAS), quando as mudas apresentavam o primeiro par de folhas definitivas, procedeu-se o desbaste, deixando apenas uma planta por célula.

A adubação era realizada semanalmente em cada vaso com 400mL de solução nutritiva (750 mg dm⁻³ de nitrato de cálcio; 450 mg dm⁻³ de nitrato de potássio; 400 mg dm⁻³ de sulfato de magnésio; 200 mg dm⁻³ 125 de MAP; 75 mg dm⁻³ de Quelatec A-Z e 75 mg dm⁻³ 126 de Ultraferro®) e durante o pico de floração foi realizada duas vezes por semana. A irrigação empregada foi por gotejamento com duração de 4 minutos nos horários de 6h, 8h, 10h, 11h, 12h, 13h, 15h e 18h.

Aos 31 DAS, quando as plantas apresentavam de 4 a 5 folhas definitivas e altura média de 15 cm, foi realizado o transplântio para tubetes e 10 dias depois, aos 41 DAS, com 8 a 10 folhas, foram transplantadas para vasos de 5,5 litros, contendo o mesmo substrato utilizado na fase de germinação.

Aos 70 DAS foi feita a poda de formação e tutoramento em X dos quatro ramos principais de cada planta. O controle das plantas daninhas foi feito periodicamente nos vasos por meio de arranquio manual durante o ciclo da cultura.

Foram colhidos manualmente, e de forma aleatória quanto à disposição da planta, 10 frutos por planta, totalizando, 120 frutos por acesso estudado e 600 frutos em todo o experimento. A colheita aconteceu quando a coloração do cálice estava totalmente amarela, atendendo aos padrões mínimos exigidos para comercialização e consumo *in natura*, de acordo com Barroso et al. 2022. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em sacos de papel kraft sem amassar ou deformar seus cálices e foram levados imediatamente ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal e Plantas Daninhas (LBVPD) da UFRPE para realização das análises físico-químicas no mesmo dia.

Para as análises físicas as massas frescas, expressas em gramas, foram determinadas através de minibalança eletrônica digital da marca Mini Scale, precisão de 0,01 g. Para aferição da massa fresca total (MFT) os frutos foram pesados com pedúnculo e cálice. Após a eliminação destes realizou-se a determinação da massa fresca do fruto (MFF). A largura do cálice (LC), largura do fruto (LF), comprimento do cálice (CC) e comprimento do fruto (CF), expressos em milímetros, foram obtidos com o auxílio de um paquímetro digital profissional 150mm, modelo MTX-316119, com 0,01mm de precisão. Para medição da resistência da casca do fruto (RC) foi utilizado o Penetrômetro Digital Mod. Ptr-300, marca Instrutherm, com precisão de $\pm 0,5\%$ dígitos + 2 dígitos, temperatura de $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$, foi feita uma perfuração na região equatorial do fruto com uma ponteira de 2 mm no modo Peak H. Posteriormente, no mesmo fruto, para obtenção da firmeza da polpa (FP), foi retirado um pequeno segmento da casca com auxílio de uma lâmina de bisturi e em seguida foi realizada outra perfuração. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

Para as análises químicas avaliou-se o pH (PH) determinado diretamente no fruto perfurado, com a inserção de um eletrodo para semissólidos no orifício previamente feito pelo penetrômetro. O medidor de pH utilizado foi o AK103, com correção automática de temperatura.

Posteriormente, foi medido o teor de sólidos solúveis (SS), expressos em graus $^{\circ}\text{Brix}$, utilizando-se um refratômetro digital da marca Lomber, com correção de temperatura para 20°C e resolução de 0,5%, a partir da deposição de algumas gotas do suco puro de cada fruto até o preenchimento total da lâmina do refratômetro. Em seguida, foi medida a acidez titulável (AT), expressa em % de ácido cítrico, determinada por titulometria de neutralização, com solução de NaOH a 0,1M sendo o

suco de cada fruto diluído em 40mL de água destilada. O ratio (RT) foi obtido a partir da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Após de realizadas as análises químicas, as sementes de cada fruto foram separadas da polpa e acondicionadas em copo plástico de 50 mL para secagem em temperatura ambiente por um período de sete dias. Após a secagem, foi quantificado o peso de 20 sementes por fruto e o peso do total de sementes por fruto (NTS).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e posteriormente foi realizado o teste de Tukey a 5%. A análise multivariada para estimar a divergência genética entre os acessos foi obtida pelo método de agrupamento de Tocher (Rao 1952), com a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) como medida de dissimilaridade. Com base na matriz de distâncias, foi realizada também uma análise de agrupamento pelo Unweighted Pair Grouped Method Average (UPGMA) para formação do dendograma.

A identificação do grau de importância das características foi realizada pelo método de Singh (Singh 1981) em que, resumidamente, a relevância dos caracteres é avaliada com base na contribuição de cada componente para a dissimilaridade total. Para testar a eficiência do método de agrupamento hierárquico, estimou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC). Foi realizada a correlação simples entre caracteres pela correlação de Pearson, e sua significância foi avaliada pelo teste t a 1%. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (Cruz 2013).

RESULTADOS

Os resultados das análises físico-químicas dos frutos são apresentados na Tabela 2. Os acessos BAG_P30 (4,80) e BAG_P20 (4,73) apresentaram as maiores

médias de pH, seguidos pelo acesso BAG_P33 (3,93) e os acessos BAG_P34 (3,82) e BAG_P14 (3,84). Para o parâmetro acidez titulável, observou-se que o acesso BAG_P34 apresentou-se como o mais ácido (1,79) e o acesso BAG_P30 o menos ácido (0,62).

Para o parâmetro teor de sólidos solúveis, os acessos BAG_P20 e BAG_P30 foram superiores com médias de 12,88°Brix e 12,33°Brix, respectivamente. O acesso BAG_P33 apresentou média intermediária de 10,06°Brix e os menores valores médios foram dos acessos BAG_P34 e BAG_P14 com 8,84°Brix e 8,68°Brix, respectivamente. E quanto ao ratio, o acesso BAG_P30 apresentou a maior média com 25,51, seguido do acesso BAG_P20 (13,46), BAG_P33 (9,26), BAG_P34 (5,30) e BAG_P14 (5,67).

Quanto aos caracteres físicos, massa fresca total e massa fresca do fruto, o acesso BAG_P20 apresentou as melhores médias 3,44g e 3,17g, respectivamente. Já o acesso BAG_P30 obteve os menores valores de MFT (1,80g) e MFF (1,63g).

Para o parâmetro comprimento do cálice o acesso BAG_P34 apresentou o maior valor 41,62mm e o BAG_P30 o menor 24,51mm. Para o caractere largura do cálice o acesso BAG_P34 apresentou a maior média (28,22mm), seguido pelo BAG_P33 (28,02mm), BAG_P14 (28,22mm), BAG_P20 (23,11mm) e BAG_P30 (18,45mm).

Em relação aos parâmetros largura e comprimento do fruto, o acesso BAG_P20 foi superior aos demais de 16,73mm e 17,59mm, respectivamente. Já o acesso com menor média de comprimento e largura do fruto foi o BAG_P30, 13,86mm e 13,87mm, respectivamente.

Os acessos que apresentaram maiores valores de resistência de casca foram os mesmos que tiveram as polpas mais firmes, tendo o acesso BAG_P14 média RC

de 15,69N e RP de 3,51N e o acesso BAG_P34 RC de 15,39N e RP de 3,35N. Já os frutos com menores médias para os dois parâmetros foram oriundos dos acessos BAG_P20 (RC de 6,22N e FP de 1,32N) e BAG_P30 (RC de 6,45N e RP de 1,33N).

Quanto ao número de sementes por fruto, para os acessos BAG_P34, BAG_P14 e BAG_P33 foram estimadas mais que 300 sementes cada. Já para o acesso BAG_P30 foi estimada média de 176 sementes por fruto.

Tabela II. Médias dos parâmetros físico-químicos: acidez titulável (AT), comprimento do cálice (CC), comprimento do fruto (CF), resistência da casca (RC), firmeza da polpa (FP), largura do cálice (LC), largura do fruto (LF), massa fresca do fruto (MFF), massa fresca total (MFT), número de sementes (NS), pH (PH), ratio (RT), sólidos solúveis (SS) dos frutos de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023.

VARIÁVEIS	ACESSOS				
	BAG_P14	BAG_P20	BAG_P30	BAG_P33	BAG_P34
AT	1,58 b	1,01 d	0,62 e	1,24 c	1,79 a
CC	38,76 c	29,68 d	24,51 e	40,41 b	41,62 a
CF	15,52 c	17,59 a	13,86 d	15,41 c	16,19 b
RC	15,69 a	6,22 c	6,45 c	14,61 b	15,39 a
RP	3,51 a	1,32 c	1,33 c	3,26 b	3,35 ab
LC	28,22 a	23,11 b	18,45 c	28,02 a	28,22 a
LF	14,50 bc	16,73 a	13,87 d	14,24 cd	14,81 b
MFF	1,80 b	3,17 a	1,63 b	1,72 b	1,89 b
MFT	1,99 b	3,44 a	1,80 c	1,94 bc	2,10 b
NS	323,75 a	278,72b	175,78 c	339,55 a	345,51 a
PH	3,84 c	4,73 a	4,80 a	3,93 b	3,82 c
RT	5,67 d	13,46 b	25,51 a	9,26 c	5,30 d

SS 8,68 c 12,88 a 12,33 a 10,06b 8,84 c

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Na Tabela III podem ser observadas as análises da variância fenotípica (σF^2), variância ambiental (σA^2) e variância genotípica (σG^2), assim como as médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de variação genéticos (CV_g) e herdabilidade (h^2) relacionadas com as características físico-químicas para os cinco acessos de *Physalis* spp. As estimativas das variâncias genéticas entre médias dos acessos de *Physalis* spp foram superiores às variâncias ambientais para os treze caracteres avaliados. As variâncias genéticas foram de tal ordem que permitiram estimativas elevadas de herdabilidades ($h^2 > 95,0\%$), para os tamanhos efetivos dos acessos avaliados, sendo a menor porcentagem obtida para o caractere massa fresca do fruto (96,47%).

O maior valor da variância ambiental foi encontrado no parâmetro NS (38,10) em contraponto com a variação genotípica (4915,44). O menor coeficiente de variação foi encontrado no caractere pH com 5,44% e o maior para massa fresca do fruto com 64,11%. Já o coeficiente de variação genético de menor valor foi da variável comprimento do fruto (8,55%) e o maior valor foi do ratio (70,10%).

Tabela III. Análise da variância fenotípica (σF^2), variância ambiental (σA^2), variância genotípica (σG^2), médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de variação genético (CV_g) e herdabilidade (h^2) relacionadas com as características físico-químicas para os cinco acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE. Recife, UFRPE, 2023.

Caracteres	σF^2	σA^2	σG^2	Médias	CV (%)	CV_g (%)	h^2 (%)
AT	0,21	0,002	0,21	1,25	44,52	36,75	98,79
CC	56,35	0,08	56,26	34,99	9,27	21,43	99,84

CUNHA, C. R. R. O. – DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE *PHYSALIS* spp. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS

CF	1,82	0,019	1,80	15,71	9,46	8,55	98,95
RC	23,89	0,027	23,86	11,67	15,41	41,82	99,88
RP	1,27	0,003	1,26	2,55	25,17	44,06	99,72
LC	19,1	0,17	18,84	25,21	17,99	17,21	99,09
LF	1,24	0,021	1,22	14,83	10,88	7,46	98,26
MFF	0,40	0,014	0,39	2,04	64,11	30,60	96,47
MFT	0,45	0,002	0,44	2,25	22,23	29,67	99,53
NS	4953,5	38,10	4915,44	292,67	23,10	23,95	99,23
PH	0,24	0,0004	0,24	4,22	5,44	11,74	99,82
RT	69,27	0,33	68,93	11,84	53,45	70,10	99,51
SS	3,81	0,03	3,77	10,56	20,71	18,40	98,95

AT: acidez titulável, CC: comprimento do cálice, CF: comprimento do fruto, RC: resistência da casca do fruto, RP: resistência da polpa do fruto, LC: largura do cálice, LF: largura do fruto, MFF: massa fresca do fruto, MFT: massa fresca total, NS: número de sementes, PH: pH, RT: ratio, SS: teor de sólidos solúveis.

A partir da correlação de Pearson (Figura 1) verificou-se quinze correlações a nível de 1% de significância pelo teste t, sendo entre elas nove positivas (LC x CC, LC x NS, PH x SS, CC x PH, CC x NS, MFT x MFF, MFT x LF, MFF x LF, RC x RP) e seis negativas (LC x RT, RC x PH, RC x SS, RP x PH, RP x SS e RT x NS). A maior correlação positiva foi encontrada entre os parâmetros MFT x MFF (0,9997) e a maior correlação negativa foi entre RC x PH (-0,9971).

CUNHA, C. R. R. O. – DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE ACESSOS DE *PHYSALIS* spp. A PARTIR DE CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS

	AT	CC	CF	RC	RP	LC	LF	MFT	MFF	NS	PH	RT	SS
AT	1												
CC	0.9112	1											
CF	0.3726	0.2551	1										
RC	0.8727	0.9491	-0.014	1									
RP	0.867	0.9491	-0.0067	0.9994	1								
LC	0.912	0.9807	0.3669	0.9177	0.923	1							
LF	0.0199	-0.139	0.9215	-0.3892	-0.3811	-0.0119	1						
MFT	-0.1328	-0.2639	0.8611	-0.5095	-0.4997	-0.1367	0.9877	1					
MFF	-0.137	-0.2758	0.8556	-0.5165	-0.5067	-0.1468	0.9873	0.9997	1				
NS	0.8879	0.9558	0.5158	0.8324	0.8374	0.9803	0.1469	0.0253	0.0127	1			
PH	-0.899	-0.9689	-0.0557	-0.9971	-0.9963	-0.9407	0.3268	0.4515	0.4593	-0.8687	1		
RT	-0.9456	-0.9297	-0.5231	-0.8414	-0.8459	-0.9732	-0.1699	-0.0337	-0.0265	-0.9727	0.8743	1	
SS	-0.8882	-0.8874	0.0696	-0.977	-0.9725	-0.8532	0.4197	0.5491	0.5515	-0.7496	0.9693	0.8015	1

Figura 1. Correlação de Pearson entre treze caracteres quantitativos em acessos de *Physalis* spp. AT: acidez titulável, CC: comprimento do cálice, CF: comprimento do fruto, RC: resistência da casca do fruto, RP: resistência da polpa do fruto, LC: largura do cálice, LF: largura do fruto, MFF: massa fresca do fruto, MFT: massa fresca total, NS: número de sementes, PH: pH, RT: ratio, SS: teor de sólidos solúveis.

Verifica-se que as variáveis que mais contribuíram para identificar a diversidade genética entre os acessos de fisális foram CC, RC, PH e MFT, juntos sendo responsáveis por mais de 80% de toda a variabilidade entre os acessos. As variáveis NS, RP, CF, RT e LC foram parcialmente úteis para compor estudos de diversidade destes acessos, com valores entre 4,7% e 1,7%. Já as variáveis MFF (0,047%), AT (0,937%), LF (0%) e SS (0%) não foram incluídas na Figura 2 por apresentarem valores inferiores a 1%.

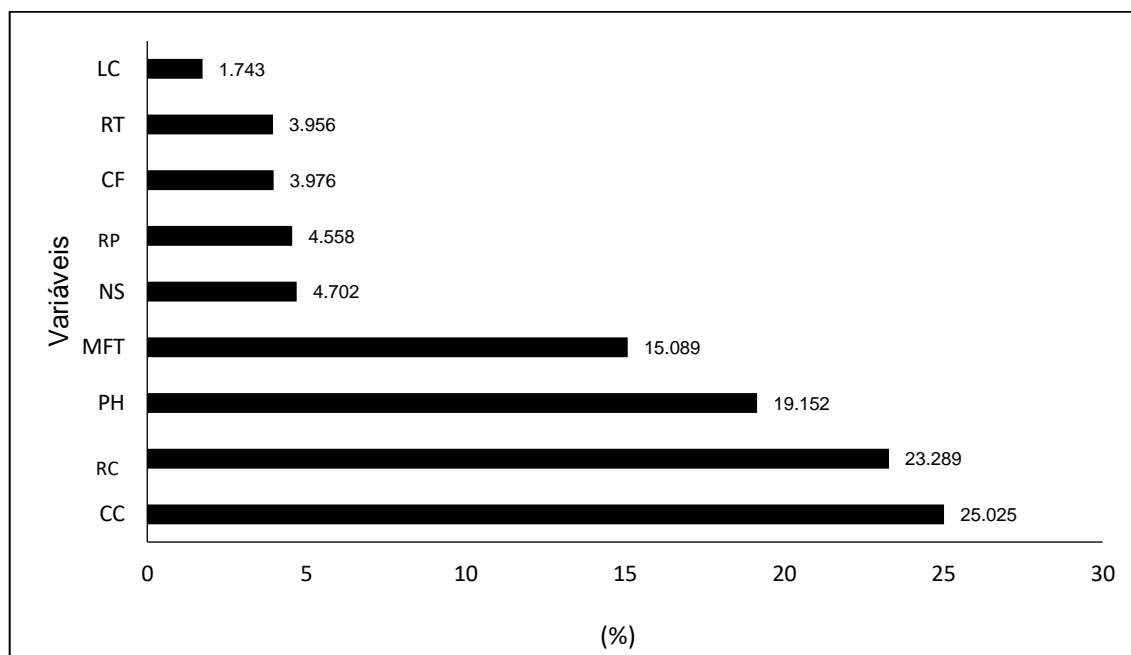


Figura 2. Contribuição relativa das variáveis para a detecção da diversidade, com base em Singh (1981) baseado em D^2 de Mahalanobis. LC: Largura do cálice; RT: ratio; CF: Comprimento do fruto; RP: Resistência da polpa do fruto; NS: Número total de sementes; MFT: Massa fresca total; pH; RC: Resistência da casca do fruto; CC: Comprimento do cálice.

Na Tabela IV é possível observar, a partir da aplicação do método de otimização de Tocher, a formação de dois grupos sendo o primeiro formado pelos acessos BAG_P14, BAG_P33 e BAG_P34 e o segundo formado pelos acessos BAG_P20 e BAG_P30. A correlação cofenética (CCC) encontrada foi de 99,43% indicando a validade do agrupamento.

Tabela IV. Representação do agrupamento gerado pelo método de otimização de Tocher com base na dissimilaridade entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE, com base em treze caracteres de fruto. Recife, UFRPE, 2023.

GRUPOS	ACESSOS
1	BAG_P14; BAG_P33; BAG_P34
2	BAG_P20; BAG_P30

As relações de parentesco entre os acessos foram também caracterizadas na forma de dendrograma construído a partir dos caracteres físico-químicos obtidos pelo método de agrupamento ligação média entre grupo (UPGMA). Foi observada a formação de dois grupos a partir do ponto de corte estabelecido por Mojena (1977) de 93,568. O primeiro, formado pelos acessos BAG_P14, BAG_P33 e BAG_P34, e o segundo formado por dois acessos (BAG_P20 e BAG_P30) (Figura 3).

Os coeficientes de dissimilaridade indicam que os acessos mais divergentes da população foram o BAG_P20 e o BAG_P33, com 94,0378 e os menos divergentes foram os acessos BAG_P34 e BAG_P14, com 1,5769. Enquanto no primeiro grupo, os acessos BAG_P33 e BAG_P34 tinham apenas 1,9307 de distância genética entre si, no segundo grupo os acessos BAG_P20 e BAG_P30 foram mais divergentes entre si, com distância de 16,9313.

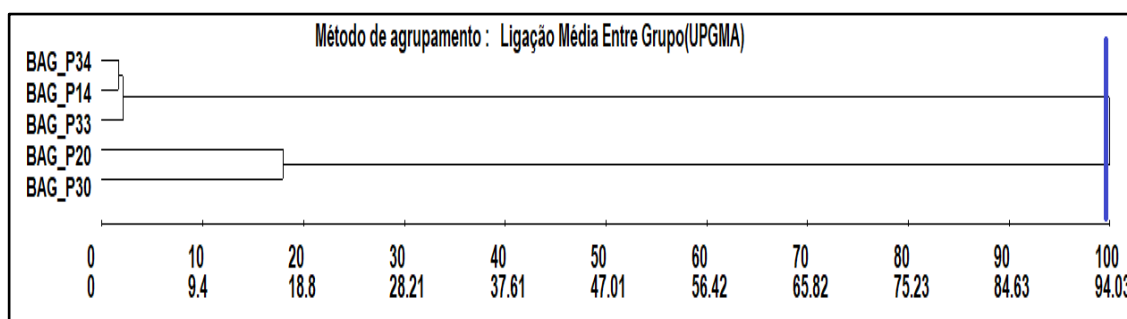


Figura 3. Dendrograma dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* spp. da UFRPE, gerado a partir do método de agrupamento UPGMA. Recife, UFRPE, 2023.

Com isso, a complementariedade do uso dos métodos UPGMA e Tocher mostra-se adequada. O ponto de corte de Mojena é um critério estatístico dos mais objetivos, pois é baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões ou distâncias no dendrograma (Faria et al. 2012). Por isso, a escolha deste ponto de corte no dendrograma realizado pelo método UPGMA.

DISCUSSÃO

O pH é um parâmetro importante para a preservação dos alimentos, por influenciar no crescimento de microrganismos (Batista et al. 2017). O acesso BAG_P20, com valor de pH de 4,80 e o acesso BAG_P30, com valor de pH de 4,73, são considerados pouco ácidos (Casaubon-Garcín et al. 2018) e assemelham-se aos encontrados em *P. angulata* ($4,11 \pm 0,012$) por Oliveira et al. (2011). Os demais acessos avaliados, BAG_P14, BAG_P33 e BAG_P34, apresentaram valores de pH entre 3,82 e 3,93, o que os classificam como sendo altamente ácidos (Casaubon-Garcín et al. 2018), tendo se aproximado mais da média de $3,46 \pm 0,14$ observada por Rodrigues et al. (2014) para *P. peruviana*.

O teor de sólidos solúveis recebe influência do ambiente e da genética da planta, assim como do estágio de maturação em que o fruto for colhido (Schiavon et al. 2021). De acordo com normas da ICONTEC (1999), o teor mínimo de sólidos solúveis exigido é de 9,4° Brix, quando tanto o fruto quanto o cálice ainda estão verdes. Já o teor máximo permitido é de 15,1° Brix, quando o fruto apresenta uma coloração amarela intensa. Nesse sentido, o acesso BAG_P34 e o BAG_P14 não atendem ao requisito mínimo, enquanto os acessos BAG_P33, BAG_P20 e BAG_P30 estão dentro da faixa exigida de sólidos solúveis, mas com valores ainda muito baixos (entre 10,06 °Brix e 12,88 °Brix). Os acessos BAG_P20 e BAG_P30 apresentaram valores próximos ao de Oliveira et al. (2011), que obtiveram sólidos solúveis entre $12,00 \pm 0,004$. Já Rodrigues et al. (2014) encontraram valores de sólidos solúveis superiores com $13,81 \pm 0,05$ °Brix. Essas informações têm relevância e podem ajudar na atualização das normas de comercialização, possibilitando um aumento do volume de vendas sem comprometer a qualidade e o potencial de utilização de diferentes acessos de *Physalis* em diversos setores produtivos. Além disso, esta característica

presente nos acessos pode ser avaliada e explorada sob outras perspectivas como trabalhos envolvendo fisiologia vegetal e fertilização.

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável é um dos principais indicativos do sabor dos frutos, indicando um bom equilíbrio gustativo (Schiavon et al. 2021). Em relação ao índice de maturidade (ratio), a faixa aceitável para ICONTEC (1999) situa-se entre 3,5 (mínimo) e 9,0 (máximo). Os acessos que se encontram dentro dessa faixa são o BAG_P34 (5,30) e o BAG_P14 (5,67). Rodrigues et al. (2014) encontraram valores de ratio entre $8,80 \pm 0,02$, dessa forma o acesso BAG_P33 (9,26) é o que mais converge com este resultado.

As normas da ICONTEC (1999) estabelecem também que a acidez titulável máxima permitida é de 2,69, quando o fruto está verde, diminuindo para 1,68 quando o fruto está maduro. Cavender et al. (2019) destacam que o alto teor de acidez está associado ao estágio de maturação da fruta, pois seus ácidos ainda não foram convertidos em açúcares, o que ocorre com o avanço da maturação. Portanto, apenas o acesso BAG_P34 está dentro da faixa requerida de acidez titulável, enquanto os demais acessos apresentam níveis de acidez titulável inferiores ao padrão. Esta faixa de acidez apontada pela ICONTEC (1999) também não foi encontrada por Rodrigues et al. (2014) ($1,57 \pm 0,03\%$), nem por Oliveira et al. (2011) ($0,68 \pm 0,004$).

A boa qualidade dos frutos é conseguida quando a colheita é feita no estágio de maturação adequado (CETEC 1985). Foi observado nos acessos BAG_P14, BAG_P33 e BAG_P34 que os frutos se encontravam verdes (Figura 4) mesmo com o cálice apresentando coloração palha o que seria um indicativo de fruto maduro para *P. peruviana*.



Figura 4. Cálice considerado maduro pela coloração (4a), parte interna do fruto verde (4b), parte externa do fruto (4c) do acesso BAG_P33 do Banco Ativo de *Physalis* da UFRPE.

Conforme a norma técnica colombiana referente a comercialização de *P. peruviana* para o consumo *in natura* ou como matéria prima para processamento (ICONTEC 1999), o acesso BAGP_20 é o único que apresenta um calibre B, definido como fruto com diâmetro equatorial entre 15,1mm e 18mm. Os demais acessos se enquadram na categoria calibre A, com fruto de diâmetro igual ou inferior a 15mm. Vale ressaltar que para o comércio de frutos *in natura*, um dos fatores considerados como mais importante para os consumidores é o peso dos frutos, pois faz-se uma relação de que os mais pesados também são os de maiores tamanhos, tornando-os mais atrativos para a venda (Schneider et al. 2020). O menor diâmetro dos frutos dos acessos avaliados neste trabalho pode ser parcialmente justificado pelo fato de serem genótipos de ocorrência espontânea, não melhorados geneticamente, ao contrário da *P. peruviana* que vem sendo melhorada ao longo dos anos de cultivo.

Observou-se que nem sempre dentre os frutos avaliados que apresentaram maior cálice, são aqueles que apresentavam maior fruto, pois alguns acessos possuíam muito espaço vazio dentro de seu cálice, dessa forma realizar a

mensuração da largura e do comprimento do fruto são importantes para uma avaliação mais precisa do tamanho dos frutos, uma vez que a aparência do cálice por si só pode não refletir com precisão o tamanho real do fruto. Vale salientar que embora a diferença entre a massa total do fruto e massa fresca do fruto seja ínfima, não impactaria diretamente no peso de comercialização dos frutos com cálice, que são tradicionalmente embalados em recipientes plásticos de 100g, mas poderia impactar no volume de frutos e no cuidado ao manuseio.

Todos os acessos avaliados neste trabalho obtiveram valores inferiores para resistência da casca dos frutos quando comparado com Rodrigues et al. (2014) que encontraram valores entre $20,25 \pm 0,21$ N, sendo o valor máximo encontrado no presente trabalho foi do acesso BAG_P14 de 15,69N. Pôde-se observar a relação de 1 para 5 ou 1 para 6 na resistência da casca dos frutos de *Physalis* em relação à resistência da polpa, significando que a casca é cinco ou seis vezes mais firme do que a polpa, sendo importante considerar que alguns acessos apresentaram a casca mais resistente do que outros, implicando numa possível facilidade de seu manuseio e transporte para comercialização e na preferência dos consumidores quanto as diferentes texturas.

Quanto ao número de sementes, o acesso com menor média estimada para o caractere foi o BAGP_30, com cerca de 176 sementes por fruto ainda acima do valor obtido por Rodrigues et al. (2014) de 135 sementes por fruto. Ainda considerando o número de sementes por fruto, os acessos BAG_P34, BAG_P14 e BAG_P33 tiveram mais que 300 sementes por fruto, indicando grande potencial de dispersão e rusticidade como plantas daninhas. Destaque importante a ser feito é que todos os acessos estudados neste trabalho foram coletados em áreas de produção agrícola,

ocorrendo de forma espontânea e consideradas pelos agricultores como planta daninha, e como tal foi eliminada da área após a coleta dos frutos.

Os coeficientes de variação (CV) encontrados situam-se entre 5,44% (PH) e 64,11% (MFF) (Tabela III) e, segundo Pimentel-Gomes (1985), as faixas classificatórias para o CV são: baixa, quando inferior a 10%; média, entre 10 e 20%; alto, quando entre 20 e 30%; e muito alto, quando são superiores a 30%. Dessa forma, no presente trabalho três caracteres apresentaram CV baixo (PH, CC e CF) indicando boa homogeneidade dos dados, três caracteres apresentaram CV médio (FE, LC e LF), quatro caracteres apresentaram CV alto (FP, MFT, SS e NS) e três caracteres apresentaram CV muito alto (AT, MFF e RT). Santos et al. (2021), avaliando diversidade genética de *P. ixocarpa* e *P. philadelphica*, a partir de características físico-químicas de frutos, afirmam que valores elevados de CV podem ser justificáveis pela forma de obtenção das sementes, considerando a presença da polinização cruzada, bem como a ausência de processos de seleção e melhoramento genético dos acessos.

Todos os acessos apresentaram alta herdabilidade (acima de 96%) e superior a encontrada por Santos et al. (2021). Dessa forma, a maioria da variação observada pelas características pode ser explicada por diferenças genéticas. Estas informações podem ser valiosas para os programas de melhoramento genético ou seleção de indivíduos superiores com características desejáveis para cultivo ou pesquisa.

Com o coeficiente de variação genético é possível inferir a variabilidade genética nos diferentes caracteres, quanto maior o CV_g , mais efetiva a seleção e maior a possibilidade de ganho genético (Santos et al. 2021). Em trabalho realizado por Santos et al. 2021 o CV_g variou de 9,51% (diâmetro longitudinal do fruto) a 30,60% (massa média de frutos), uma faixa inferior ao do presente trabalho que apresentou

de 8,55% (comprimento do fruto) a 70,10% (ratio). Isso pode ser justificado pelo menor número de características avaliadas pelos autores (quatro características dos frutos) bem como pelo menor número de acessos avaliados em comparação ao presente trabalho.

A partir da realização da correlação de Pearson (Figura 1) verificou-se quinze correlações a nível de 1% de significância pelo teste t, sendo mais correlações positivas (nove) do que negativas (seis). A maior correlação positiva MFT x MFF (0,9997) está relacionada em todos os acessos avaliados no presente trabalho, com o peso do fruto somados com o cálice e o pedúnculo, não ultrapassando 0,5g. Assim sendo, o peso não causará interferência significativa no transporte para comercialização da *físalis*, podendo ser opção do produtor mantê-lo para utilização dos consumidores, no uso de decoração ou apenas para o aumento de sua pós-colheita, entretanto o volume pode ser uma questão a ser discutida.

Já a maior correlação negativa foi entre RC x PH (-0,9971), em que à medida que os valores da resistência da casca do fruto aumentam o pH diminui. Este comportamento pode estar relacionado as características genotípicas dos acessos avaliados que não passaram por programas de melhoramento e apresentam comportamento de plantas invasoras.

Devemos concordar com os autores dos artigos que enfatizam que o melhorista não deve considerar apenas a divergência entre agrupamentos como critério para orientar os cruzamentos, sendo importante considerar também as características de maior relevância agrônômica do desempenho dos acessos (Ferreira et al 2003). Dessa forma, a união de características desejáveis presentes entre os acessos somada a divergência genética visualizada através do dendrograma são estratégias

a serem utilizadas para alavancar o programa de melhoramento da cultura e direcioná-los conforme suas devidas aplicabilidades para o mercado consumidor.

Ressalta-se que o acesso BAGP_20 configura-se entre os mais promissores dentro dos avaliados no presente trabalho que estão situados no Banco Ativo de Germoplasma de *Physalis* da UFRPE para comercialização *in natura*, pois apresentou boas características de fruto como massa fresca do fruto (3,07g), massa do fruto total (3,44g), comprimento (17,59mm) e largura do fruto (16,73mm) que são de extrema relevância para sua inserção no mercado e foram mais semelhantes aos valores obtidos por outros autores como Rodrigues et al. (2014) com *P. peruviana* e Oliveira et al. (2011) com *P. angulata*. Além disso, apresentou valores desejáveis para a maioria das características químicas que desempenham um papel fundamental no paladar e na percepção de sabor, aroma e textura pelos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de pós-graduação concedidas aos dois primeiros autores e a CAPES pelo financiamento parcial da pesquisa por meio de recurso do Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP).

REFERÊNCIAS

ABDUL-NASIR-DEEN AY, BOAKYE YD, OSAFO N, AGYARE C, BOAMAH D, BOAMAH VE & AGYEI EK. 2020. Anti-inflammatory and wound healing properties of methanol leaf extract of *Physalis angulata* L. S Afr J Bot 133: 124-131. DOI:10.1016/j.sajb.2020.06.030.

ALMEIDA JÚNIOR EB, CHAVES LJ & SOARES TN. 2014. Genetic characterization of a germplasm collection of cagaiteira, a species native to the cerrado. *Bragantia* 73: 246-252. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0075>.

ANTUNES LEC & HOFFMANN A. 2012. Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde, 1st ed., Embrapa, Brasília. 194 p.

ARAÚJO LBR, NETO AMB, PIRES KRA. & MAGALHÃES BERTINI, CHC. 2019. Diversidade genética em pinhão manso com base em marcadores ISSR. *Nativa* 7: 363-370. DOI: 10.31413/nativa.v7i4.6571.

BARROSO NS, FONSECA JST, RAMOS CAS, NASCIMENTO MN, SOARES TL & PELACANI CR. 2022. Impact of the maturity stage on harvest point of fruits and physiological quality of *Physalis peruviana* L. seeds. *Rev Bras Frutic* 44: e-848. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022848>.

BATISTA LN, LIMA E, FERREIRA RS, NETO JF, OLIVEIRA DM & MONTEIRO, ARG. 2017. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. *Revista Principia* 37: 27-33. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n37p27-33>.

BETEMPS DL, FACHINELLO JC, GALARÇA SP, MACHADO NP, REMORINI D, MASSAI R, & AGATI G. 2014. Espectroscopia do visível e infravermelho próximo para estimar sólidos solúveis e firmeza de polpa em função da época de colheita em

pêssegos. *Semin Cienc Agrar* 35: 1257-1266. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1257>.

CASAUBON-GARCÍN P, LAMSHING-SALINAS P, ISOARD-ACOSTA F, LEMENMEYER S, DELAGADOFRANCO D & PÉREZ-LIZAU A. 2018. pH en los alimentos. *Rev Mex de Pediatría* 85: 89-94.

CAVENDER G, LIU M, FERNANDEZ-SALVADOR J, HOBBS D, STRIK B, FREI B & ZHAO Y. 2019. Effect of different commercial fertilizers, harvest date, and storage time on two organically grown blackberry cultivars: physicochemical properties, antioxidant properties, and sugar profiles. *J Food Qual* 1390358: 17 p. <https://doi.org/10.1155/2019/1390358>.

COSTA IA & SPEHAR CR. 2012. Base genética da diversidade. In: COSTA IA ET AL. (Eds), *Conservação de recursos genéticos em sistemas produtivos e naturais*, Brasília: Embrapa, Brasília, BR, p.28-65.

CRUZ CD, FERREIRA FM & PESSONI LA. 2020. *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*, 2nd ed., Viçosa: UFV, 614 p.

CRUZ CD. 2013. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Sci Agron* 35: 271-276. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

FARIA PN, CECON PR, SILVA AR, FINGER FL, SILVA FF, CRUZ CD & SÁVIO FL. 2012. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. Horticult Bras 30: 428-432. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300012>.

FARIA PN, LAIA GA, CARDOSO KA, FINGER FL & CECON PR. 2013. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. Rev Bras Cienc Agrar 36: 17-22. <https://doi.org/10.19084/rca.16276>.

FERREIRA CA, FERREIRA RLC, SANTOS DC, SANTOS MVF, SILVA JAA, LIRA MA & MOLICA SG. 2003. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). Rev Bras de Zootec 32: 1560-1568. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000700004>.

FERREIRA K, BERTOLINI L, ZUCCHI MI & KONZEN ER. 2022. Como determinar a herdabilidade para um caráter quantitativo? Genética na Escola 17: 215-236. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2022.443>.

GONZÁLEZ-PÉREZ JE & GUERRERO-BELTRÁN JÁ. 2021. Tomatillo or husk tomato (*Physalis philadelphica* and *Physalis ixocarpa*): A review. Sci Horticult 288:110306. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110306>.

HUANG H, YU H, XU H & YING Y. 2008. Near infrared spectroscopy for on/in-line monitoring of quality in foods and beverages: a review. J Food Eng 87: 303-313. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.022>

ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. 1999. NTC 4580: FRUTAS FRESCAS. UCHUVA. ESPECIFICACIONES. 17 p. Disponível em: <https://idoc.pub/documents/50170800-ntc4580-uchuva-8x4eg1rk19l3>. Acesso em Julho 03, 2023.

MOJENA R. 1977. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *Comput J* 20: 359-363. <https://doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359>.

MOURA CLA, PINTO GAS & FIGUEIREDO RW. 2011. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). *Bol Cent Pesqui Process Aliment* 29: 237-252.

MUNIZ J, MOLINA AR & MUNIZ J. 2015. Physalis: Panorama produtivo e econômico no Brasil. *Hortic Bras* 33: 00-00. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000200023>.

NOVITA M, RIVAI H & MISFADHILA S. 2020. Review of Phytochemical and Pharmacological Activities of *Physalis Minima*. *Int J Pharm Res* 5: 51-56. DOI:10.35629/7781-05015156.

OLIVEIRA JAR, MARTINS LHS, VASCONCELOS MAM, PENA RS & CARVALHO AV. 2011. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). *Rev bras tecnol agroind* 5: 573-583. DOI: 10.3895/S1981-36862011000200009.

PEDRI ECM, HOOGERHEIDE ESS, TIAGO AV, CARDOSO ES, ZORTÉA KÉ M, SANTOS LL, WOLF MS & ROSSI AAB. 2023. Divergência genética entre etnovariedades de mandioca com base em caracteres agronômicos quantitativos. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 16: 3577-3590. DOI: 10.55905/revconv.16n.6-032.

PIMENTEL-GOMES F. 1985. *Curso de Estatística Experimental*, 12th ed., Piracicaba: Livraria Nobel, 467 p.

RAO RC. 1952. *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: John Wiley. 390 p.

REZANEJAD F & HOSSEINI AS. 2019. The effect of growth factors on direct micropropagation of *Physalis alkekengi* L. (Solanaceae) through buds and stems explants to transfer to the greenhouse and flowering phase. *Modares Journal of Biotechnology* 10: 441-446.

RODRIGUES FA, PENONI ES, SOARES JDR, SILVA RAL & PASQUAL M. 2014. Caracterização física, química e físico-química de physalis cultivada em casa de vegetação. *Cienc Rural* 44: 1411-1414. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130743>.

RUIZ MAD & RODRÍGUEZ MS. 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Disponível em:

<https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>. Acesso em Julho 03, 2023.

SANTOS KS, PASSOS AR, SILVA LC, SILVA AL, TANAN, TT. 2021. Genetic variability of *Physalis ixocarpa* and *P. philadelphica* from physicochemical fruit traits. *Pesq agropec bras* 56: e01534. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01534>.

SCHIAVON AV, LEIVAS GL, DELAZERI EE, ALVES AS, MELLO-FARIAS PC & ANTUNES LEC. 2021. Características físico-químicas de amora-preta ‘Tupy’ colhidas em diferentes estádios de maturação e mantidas sob refrigeração. *Sci Electron Arch* 14: 39-46. <https://doi.org/10.36560/14820211430>

SCHNEIDER LC, LEÃO KV, MACHADO LL & GUIMARÃES ARD. 2020. Caracterização física e química de frutos de bacupari, *Salacia Crassifolia* (Mart. ex Schult.) G. Don, provenientes do município de Barreiras – BA Braz. *J of Develop* 6: 13942-13953. DOI:10.34117/bjdv6n3-311

SEMESKANDI MN, MAZLOOM P, ARABZADEH B, MOGHADAM MN & AHMADI T. 2023. Application of correlation coefficients and principal components analysis in stability of quantitative and qualitative traits on rice improvement cultivation. *Braz J Biol* 84: 1-14. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.26898>.

SILVA JÚNIOR AD, ZEIST AR, LEAL MHS, OLIVEIRA JNM, OLIVEIRA GJA, TOROCO BR, SILVA DF & NOGUEIRA AF. 2022. Divergência genética em espécies e híbridos

interespecíficos de *Physalis* baseada em caracteres morfoagronômicos. Res Soc Dev 11: 1-17. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25464>.

SIMONETTI D, PERONDI MA, KIOTA N, OLIVEIRA JR & VALANDRO K. 2011. Os Processos de Diversificação da Agricultura Familiar: uma Revisão Literária. In: ANAIS III DO SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO, 6. Pato Branco. Anais... Pato Branco, Synergismus Scyentifica UTFPR, 8 p.

SINGH D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian J Genet Plant Breed 41: 237-245.

SINGH N, SINGH S, MAURYA P, ARYA M, KHAN F, DWIVEDI DH & SARAF AS. 2019. An updated review on *Physalis peruviana* fruit: Cultivational, nutraceutical and pharmaceutical aspects. Indian J Nat Prod Resour 10: 97-110. DOI: 10.56042/ijnpr.v10i2.20729.

STEHMANN JR & KNAPP S. *Physalis* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: "<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14696>". Acesso em Julho 03, 2023.

VIDAL MF. 2020. Fruticultura na área de atuação do BNB: produção, mercado e perspectivas. Caderno Setorial ETENE 5: 9 p.

SOBRE O PERIÓDICO

Os **Anais da Academia Brasileira de Ciências** são a publicação oficial da Academia Brasileira de Ciências, sendo publicada de forma ininterrupta desde 1929, tornando-a a mais antiga revista científica brasileira. Antes dessa data, a revista era chamada Revista da Sociedade Brasileira de Ciências (1917/19), depois Revista de Ciências (1920/21/22/26/28), sempre com publicação irregular. Ainda nessa fase, vale destacar o artigo publicado, em 1926, por Einstein, sobre a teoria da luz.

A sua finalidade é a publicação de resultados originais de pesquisa nos ramos da Ciência abrangidos pelas Seções da Academia. A Comissão Editorial coordena a avaliação dos artigos a serem publicados. A publicação é trimestral.

A abreviatura de seu título é **An. Acad. Bras. Ciênc.**, que deve ser usado em bibliografias, notas de rodapé, e legendas e referências bibliográficas.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

O periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências considera para publicação as submissões feitas exclusivamente pelo sistema online de gerenciamento de artigos. Uma vez que seu artigo esteja de acordo com as instruções abaixo, favor acessar o sistema no link <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>.

Por favor, leia estas instruções com atenção e as siga rigorosamente. Desta forma você irá garantir que a avaliação e a publicação de seu artigo sejam o mais eficiente e veloz quanto possível. Os editores reservam-se ao direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Apesar de dispormos de uma página de instruções em português, lembramos que só consideramos para submissão, avaliação e publicação os artigos redigidos de forma clara e concisa na língua inglesa.

Objetivo e política editorial

Todos os manuscritos submetidos devem conter pesquisa original que não tenha sido publicada ou esteja sob consideração em outro periódico. O critério primário para aceitação é qualidade científica. Artigos devem evitar o uso excessivo de abreviações ou jargões, além de ser tão inteligíveis quanto possível para o público em geral. Deve ser dada atenção particular às seções Abstract, Introduction e Discussion, as quais devem detalhar a novidade e significância dos dados relatados. Não cumprir com qualquer um dos pontos acima pode causar atraso na publicação ou até mesmo a recusa do artigo.

Textos podem ser publicados em forma de revisão, artigo completo ou como comunicação curta (*short communications*). Os volumes regulares dos AABC são publicados em março, junho, setembro e dezembro.

Artigos

Sempre que possível, artigos devem estar subdivididos nas seguintes partes: **1.** Página de rosto; **2.** Abstract (em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); **3.** Introduction; **4.** Materials and Methods; **5.** Results; **6.** Discussion; **7.** Acknowledgments, se aplicável; **8.** Author contributions (se o artigo tiver mais de um autor); **9.** References; **10.** Legendas de figuras e tabelas, se aplicável. Artigos de algumas áreas, como por exemplo Ciências Matemáticas, devem seguir seu format padrão. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a seção (4) e juntar as partes (5) e (6). Quando aplicável, a seção Materials and Methods deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em seres humanos ou as normas seguidas para tratamentos experimentais em animais.

Após recebimento e primeira triagem editorial, artigos serão avaliados por pelo menos dois revisores, sendo eles de instituições educacionais e/ou de pesquisa tanto nacionais quanto internacionais, desde que comprovada sua produção científica. Após possíveis correções e sugestões, o artigo pode ser aceito ou recusado, considerando os pareceres recebidos.

Nós utilizamos o programa integrado Crossref Similarity Check para detectar possíveis plágios.

Os AABC não possuem taxas de submissão, avaliação e publicação de artigos.

Preparação de manuscritos

Todas as seções do manuscrito devem possuir espaçamento duplo. Após o aceite, nenhuma mudança será feita no artigo, de modo que as provas de prelo precisem apenas de correções em erros tipográficos. Lembramos que o envio de artigos é feito exclusivamente pelos autores através do nosso sistema de gerenciamento de artigos.

Tamanho do artigo

Os artigos podem ser de qualquer tamanho necessário para a apresentação e discussão concisa dos dados, mas mantendo-se conciso e cuidadosamente preparado tanto em termos de impacto quanto de legibilidade. No entanto, artigos não devem exceder 50 páginas, incluindo todos os itens (figuras, tabelas, referências, etc.), a menos que possua autorização prévia do Editor-Chefe.

Página de rosto

A página de rosto do artigo deve apresentar os seguintes itens: 1. Título do artigo com até 150 caracteres, sem abreviações e com a tentativa de manter o interesse amplo da comunidade científica; 2. Nomes completos de todos os autores. Utilize números sobrescritos para indicar a filiação de cada autor. 3. Endereços profissionais e ORCID de todos os autores, incluindo instituição, departamento, rua, número, CEP, cidade, estado e país; 4. Key words (de 4 a 6 em ordem alfabética e separadas por vírgulas); 5. Running title (versão resumida – e não abreviada - do título com até 50 caracteres, incluindo espaços); 6. Seção dos AABC à qual o artigo pertence; 7. Nome, endereço, telefone e e-mail do autor para correspondência, a quem serão enviadas as mensagens mais relevantes do processo de avaliação. Este autor ou autora deve ser indicado com um asterisco após seu nome.

Não cumprir com qualquer dos requisitos acima fará com que o artigo seja devolvido (unsubmitted) para correções.

Abstract

O abstract deve conter até 200 palavras e apresentar as principais descobertas do artigo, incluindo uma breve introdução, os objetivos do trabalho e uma conclusão baseada nas presentes descobertas. Caso os autores estejam submetendo uma revisão convidada/autorizada, o abstract deve abordar o principal tema da revisão e explicitar a contribuição de tal revisão à área. O abstract não deve possuir títulos nem citações/referências.

Texto do manuscrito

Todo o texto deve ser escrito com espaçamento duplo utilizando a fonte Times New Roman tamanho 12 ou equivalente, desde que mantida a legibilidade. Por favor, organize seu texto nas seguintes partes sempre que possível: 1. Página de rosto; 2. Abstract (em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, se aplicável; 8. Author contributions (se o artigo tiver mais de um autor); 9. References; 10. Legendas de figuras e tabelas, se aplicável.

Artigos de algumas áreas, como por exemplo Ciências Matemáticas, devem seguir seu formato padrão. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a seção (4) e juntar as partes (5) e (6). Quando aplicável, a seção Materials and Methods deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em seres humanos ou as normas seguidas para tratamentos experimentais em animais.

Todos os procedimentos devem ser detalhadamente descritos. Utilize inglês norte-americano para escrever o texto. Nomenclaturas da área de Química devem ser fornecidos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Cepas de organismos também devem estar identificadas. Informe nomes de fornecedores de reagentes e/ou equipamentos. Utilize unidades e símbolos de acordo com o Bureau International des Poids et Mesures (SI) sempre que possível.

Acknowledgments

Devem ser incluídos ao fim do texto, antes das referências. Agradecimentos pessoais devem preceder nomes de instituições e agências. De forma ideal, notas de rodapé devem ser evitadas, mas, quando necessário, devem estar numeradas. Agradecimentos a financiamentos, subsídios, bolsas de estudo e dívidas com outros colegas, bem como menções à origem do artigo (como uma tese, por exemplo), devem estar nesta seção. Favor incluir o nome completo da agência de fomento, país e número do projeto (se aplicável).

Abreviações

Devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto por abreviações padrão e oficiais. Unidades e seus símbolos devem estar em conformidade com as aprovadas pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Legendas de figuras

Esta informação deve ser fornecida ao fim do manuscrito, após as referências. Todas as figuras devem conter legenda. A legenda deve possuir uma sentença introdutória que descreve as principais descobertas. Todas as divisões na figura devem ser identificadas com letras minúsculas, quando aplicável (1a, 2a, 2b, 3c, 3d, etc.). Quando for o caso da utilização de barras de erro, favor informar se um número que vem após o símbolo \pm é um Standard Error Of Mean (SEM) ou standard deviation of mean (SD). Deve ser informado na legenda se o resultado apresentado representa N experimentos individuais.

Tabelas

Cada tabela deve possuir um pequeno título acima da mesma. Notas abaixo da tabelas também pode ser utilizadas. Tabelas devem ser citadas no artigo em algarismos romanos (Table I, Table II, Tables IV and V, etc.). Tabelas devem ser submetidas separadamente em arquivos editáveis, preferencialmente .doc ou .docx.

Figuras

Só serão aceitas figuras de alta qualidade (mínimo de 300 dpi). Todas as ilustrações serão consideradas figuras, incluindo desenhos, gráficos, mapas, fotografias, esquemas, etc. Seu posicionamento tentativo deve ser indicado, assim como todas as figuras devem ser citadas com seu respectivo número ao longo do texto. Figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem estar em formato .PS/.EPS ou .CDR (PostScript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em escala de cinza devem estar em formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Figuras devem, a princípio, ser submetidas no tamanho em que espera-se que estejam publicadas no periódico, ou seja, largura de 8cm (uma coluna) ou 16,2cm (duas colunas), com a altura máxima de cada figura e respectiva legenda sendo menor ou igual a 22cm.

As legendas das figuras devem ser enviadas com espaçamento duplo em página separada. Cada dimensão linear dos menores caracteres e símbolos não pode ser menor que 2mm após redução. Figuras coloridas são aceitas tanto como figuras em preto e branco. No entanto, 5 figuras em p/b são sem custo aos autores, enquanto cada figura colorida na versão impressa será cobrada dos autores, com a comunicação sendo feita durante a fase de produção (após o processo de avaliação). De modo a padronizar a contagem e cobrança de figuras preto e branco, tabelas que ocupem dois terços da página ou que tenham mais que 12 colunas ou 24 colunas serão consideradas figuras p/b. Manuscritos de Matemática, Física ou Química podem ser redigidos em TEX, AMS-TEX ou LaTeX, desde que o arquivo .BIB seja enviado junto. Manuscritos sem fórmulas podem ser enviados em .RTF ou doc/docx para Windows.

Referências

Os autores são responsáveis pela exatidão das referências, bem como suas respectivas citações. Artigos publicados ou ainda 'In press' podem ser incluídos. Comunicações pessoais (Smith, personal communication) devem ser autorizadas por escritos pelos envolvidos. Referências a teses, abstracts de encontros (não publicados em jornais indexados) e manuscritos em preparação ou apenas

submetidos, mas não ainda aceitos, devem ser citados no texto no formato (Smith et al., unpublished data) e NÃO devem ser incluídos na lista de referências.

Referências devem ser citadas no texto no formato a seguir sem a aspa simples, 'Smith 2004', 'Smith & Wesson 2005' ou, quando há 3 ou mais autores, 'Smith et al. 2006'. Quando houver dois ou mais artigos cujo nome do primeiro autor e ano de publicação são idênticos, as referências devem ser diferenciadas por letras minúsculas, como em 'Smith 2004a', 'Smith 2004b', etc.

As referências devem ser listadas alfabeticamente de acordo com o nome do primeiro autor, sempre na ordem SOBRENOME XY, sendo X e Y as iniciais. Se há mais de 10 autores na referência, usar SOBRENOME XY ET AL., sem listar os demais autores. Referências devem conter também o título do artigo. Os nomes dos periódicos devem estar abreviados sem itálico, pontos ou vírgulas. Para as abreviações corretas, verifique listas das maiores bases de dados nas quais o periódico está indexado, ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviação a ser usada em referências dos Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos devem servir de guias para sua lista de referências em nossa revista:

REFERENCES

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P & LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELAND-SHEER E, GIUFFRIDA R & CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG & MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID & SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Livros e capítulos de livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120.
London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER
CONFERENCE, 5., Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-
104.

UYTENBOGAARDT W & BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of
minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polipeptides:
contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and
proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.