

ÍNDICES DE CLOROFILAS EM CULTIVARES DE MARACUJAZEIRO, NAS REGIÕES LITORAL NORTE E CENTRAL DO ESPÍRITO SANTO

Cristhiane Tatagiba Franco Brandão¹, Johnny da Silva Rodrigues², José Salazar Zanúncio Junior³, Marlon Dutra Degli Esposti⁴, Sara Dousseau Arantes^{1,2,5}

¹Centro Universitário FAESA/Campus Linhares, Av. Rui Barbosa, 94, Centro - 29900-070 - Linhares - ES, Brasil, ctatagiba10@gmail.com.

²Universidade Federal do Espírito Santo/Centro Universitário Norte do Espírito Santo, BR-101, km 60, Litorâneo - 29932-540 - São Mateus - ES, Brasil, johnnyrodriguesnl@hotmail.com.

³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Serrano, BR 262, km 94, Aracê - 29278-000 - Domingos Martins - ES, Brasil, jose.zanuncio@incaper.es.gov.br.

⁴Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Sul, Rod. João Domingo Zago, km 2,5, Pacotuba - 29323-000 - Cachoeiro de Itapemirim - ES, Brasil, mesposti@incaper.es.gov.br.

⁵Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Norte, BR 101N, km 151, Cx postal 62 - 29915-140 - Linhares - ES, Brasil, saradousseau@gmail.com.

Resumo

O Brasil é considerado o maior produtor de maracujá do mundo e no Espírito Santo o plantio tem declinado, principalmente devido problemas fitossanitários. O objetivo com este trabalho foi avaliar os índices de clorofilas utilizando o clorofilômetro (clorofiLOG) em um ensaio de cultivares nos municípios do Espírito Santo, Sooretama (Litoral Norte) e Santa Maria de Jetibá (Central Serrana). Existe variação na plasticidade fenotípica entre as oito cultivares, com valor maior para 'Rubí do cerrado' e 'Sol do cerrado' em Santa Maria de Jetibá. Os índices de clorofilas variaram entre as cultivares nos ambientes, com maiores valores para os maracujás azedos em comparação com os maracujás doces.

Palavras-chave: Passifloraceae. Maracujá azedo. Maracujá doce. Clorofila a. Clorofila b.

Área do Conhecimento: Fisiologia.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá (Passifloraceae) conforme o último levantamento disponível na *Food and Agriculture Organization* (FAO) para frutas tropicais de menor escala (ALTENDORF, 2018). A espécie de maior importância econômica é o maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims), que possui duas subespécies, o roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) e o amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* O. Deg.), com predominância desta última (SILVA; SOUZA, 2020). Outras espécies de *Passiflora* também têm despertado interesse pelas suas características organolépticas e propriedades nutracêuticas, comercializadas como frutas especiais, ornamentais ou medicinais, como o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) e as espécies silvestres (*Passiflora setacea* DC. e *Passiflora cincinnata* Mast).

O melhoramento do maracujazeiro no Brasil tem sido conduzido desde a década de 1990 e atualmente existem registros no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para 28 cultivares e três híbridos de *P. edulis* (maracujá roxo e amarelo), além de outras espécies do gênero como *P. alata*, *P. setacea* e *P. cincinnata* (BRASIL/MAPA, 2021). A maior quantidade de genótipos foi registrada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, porém, a empresa privada Viveiros Flora Brasil LTDA, foi responsável pelo lançamento das cultivares FB200 e FB300, que predominam no Brasil.

O lançamento de cultivares com potencial produtivo elevado e adaptabilidade a ambientes distintos abre possibilidades de ampliação de área aptas para o cultivo do maracujazeiro, no entanto, nenhuma

das cultivares de maracujá lançadas no mercado foram desenvolvidas para o Estado do Espírito Santo e são escassos os estudos de adaptabilidade. A plasticidade fenotípica do maracujazeiro no Espírito Santo já foi comprovada por Maciel *et al.* (2019), que evidenciaram que o ambiente tem grande influência na diversidade genética de populações naturais dos maracujazeiros amarelo-azedo, roxo-azedo e doce, nos municípios de Alegre, Santa Maria de Jetibá, Marataízes e Jerônimo Monteiro. No município de Alegre as cultivares de *P. edulis* Rubi do Cerrado e Gigante Amarelo e *P. setacea* tiveram bom desempenho (BERNARDES *et al.*, 2020). Porém, os estudos ainda precisam ser ampliados para a região norte capixaba, principal polo produtor de maracujá capixaba, para subsidiar a recomendação das cultivares mais adaptadas ao sistema de produção e condições edafoclimáticas do estado.

Os pigmentos fotossintéticos, em especial as moléculas de clorofila são importantes indicadores de adaptabilidade das plantas aos sistemas de cultivo. As clorofilas participam da complexo de absorção de luz e iniciam os eventos fotoquímicos da fotossíntese, necessário à produção de energia bioquímica para uso no ciclo de Calvin-Benson (LI *et al.*, 2018). O teor de clorofila da folha está intimamente relacionado à capacidade fotossintética da planta e com o vigor vegetativo e reprodutivo. Genótipos com maior teor de clorofila são mais produtivos e mais tolerantes à seca (GOLAMIN; KHAYATNEZHAD, 2020). Tendo em vista a importância das clorofilas, diversos equipamentos têm sido desenvolvidos para determinar os teores dos tipos de clorofilas. Neste sentido, destaca-se o clorofilômetro eletrônico (clorofiLOG) por ser de fácil manuseio e possibilitar a quantificação dos índices de clorofilas a, b e total (FALKER, 2009). Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar os índices de clorofilas utilizando o clorofilômetro (clorofiLOG) em um ensaio de cultivares nos municípios do Espírito Santo, Sooretama (Litoral Norte) e Santa Maria de Jetibá (Central), visando identificar precocemente a plasticidade fenotípica.

Metodologia

O ensaio de cultivares foi instalado nos municípios de Sooretama e de Santa Maria de Jetibá, no Espírito Santo, nas Fazendas Experimentais do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). O município de Sooretama está localizado na latitude Sul de 19°11'49" e longitude Oeste de Greenwich, de 40° 05' 52", no Litoral Norte e a precipitação média do mês mais seco é inferior à 60 mm, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C (INCAPER, 2022 a). Santa Maria de Jetibá está localizado à latitude Sul de 20° 01' 35" e longitude Oeste de Greenwich, de 40° 44' 27", na região Central Serrana e possui precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm e temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C (INCAPER, 2022 b).

Foram avaliados oito cultivares de maracujá, destes, cinco são maracujás azedos (quatro amarelos e um roxo) e três são maracujás doces. Dois maracujás amarelos, os FB-200 (yellow Master) e FB-300 (Araguari, antigo FB-100) pertencem a espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* O. Deg. e foram lançados pelo viveiro Flora Brasil, localizado em Araguari-MG. O Gigante amarelo e o Sol do cerrado são híbridos de maracujá amarelo e o Rubi do Cerrado é um híbrido de maracujá roxo, lançados pela EMBRAPA. Dentre os maracujás doces, estão as espécies *Passiflora alata* Curtis (Mel do cerrado), *Passiflora setacea* DC. (Pérola do Cerrado) e *Passiflora cincinnata* Mast. (Sertão forte).

As mudas foram produzidas a partir de sementes comerciais no viveiro da Fazenda Experimental do INCAPER de Bananal do Norte (FEBN), no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. O plantio foi realizado no dia 25 de agosto de 2021, em sistema de sulcos, em espaçamento de 4 x 3 m, entre linhas e entre plantas respectivamente. Antes do plantio, foi realizada a análise de solo para verificar a necessidade de calagem e adubação, as práticas de manejo foram efetuadas conforme as recomendações técnicas para a cultura (GONTIJO, 2017). As plantas de maracujá foram conduzidas em haste única até atingirem o arame superior da espaldeira, a 1,8 m de altura, quando foram despontadas, realizando-se a condução de dois ramos laterais; os ramos laterais foram despontados quando atingido 1,25 m, para induzir o crescimento dos ramos terciários e, assim, formou-se uma cortina. Na figura 1 pode ser observada a área experimental nos municípios de Santa Maria de Jetibá (Figura 1 A) e de Sooretama (Figura 1 B).

Figura 1 – Lavoura de maracujazeiro nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Sooretama.



Fonte: o autor.

Em julho de 2022 foi realizada uma avaliação do índice de clorofila em uma folha completamente expandida localizada no terço médio da planta, na região mediana do limbo, utilizando o clorofilômetro eletrônico ClorofiLOG, modelo CFL 1030. Foram determinados os índices de clorofila a, b e total (FALKER, 2009) e calculadas as relações entre os índices de clorofilas a e b. As avaliações foram realizadas em quatro blocos de duas plantas e uma folha por planta, em cada município.

O ensaio de cultivares está instalado em delineamento experimental blocos casualizados com 9 repetições e 5 plantas por parcela, totalizando 80 plantas úteis por cultivar. O ensaio foi conduzido em esquema fatorial 8x2, considerando oito cultivares em dois municípios. Os dados foram analisados pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade. As médias serão agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados

Foi observada interação entre as cultivares de maracujá avaliadas e os ambientes de cultivo para os índices de clorofilas (Figuras 2 e 3). A plasticidade nos ambientes variou entre as cultivares e apenas Rubí do cerrado e Sol do cerrado apresentaram variações no índice de clorofila a entre os ambientes, com maior valor quando cultivadas no município de Santa Maria de Jetibá (Figura 2 A). Quanto ao índice de clorofila b, apenas a cultivar Sol do cerrado apresentou alteração entre os ambientes, com maior valor também quando cultivada no município de Santa Maria de Jetibá (Figura 2 B).

Houve variação nos índices de clorofilas entre as cultivares dependendo do ambiente de cultivo (Figuras 2 e 3). No município de Santa Maria de Jetibá os menores índices de clorofila a foram observados nas cultivares Mel do cerrado, Pérola do cerrado e Sertão forte (Figura 2 A), enquanto para o índice de clorofila b, além dessas três, a cultivar Rubí do cerrado também teve resultados inferiores (Figura 2 B). No município de Sooretama, os maiores índices de clorofila a e de clorofila b foram observados nas cultivares FB200, FB300 e Gigante amarelo.

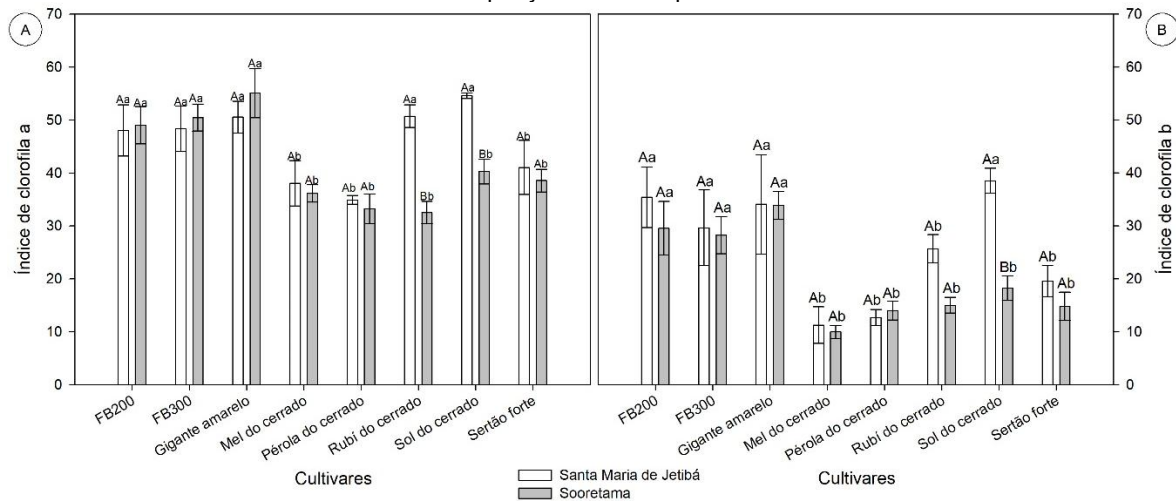
Quanto ao índice de clorofila total, verificou-se o mesmo comportamento encontrado para a clorofila a, quando comparado os municípios, com maiores valores para as cultivares Rubí do cerrado e Sol do cerrado quando cultivadas em Santa Maria de Jetibá (Figura 3 A). Já a relação entre o índice de clorofila a e b variou entre os ambientes apenas na cultivar Sol do cerrado, com valor superior quando cultivada em Sooretama (Figura 3 B).

A comparação entre as cultivares nos municípios para o índice de clorofila total foi semelhante ao relatado para a clorofila a (Figura 3 A). Em Santa Maria de Jetibá, os menores índices de clorofila total foram observados nas cultivares Mel do cerrado, Pérola do cerrado e Sertão forte. E no município de Sooretama, os maiores índices ocorreram nas cultivares FB200, FB300 e Gigante amarelo.

Em Santa Maria de Jetibá a maior relação entre o índice de clorofila a e b foi obtida no Mel do cerrado, seguido pelo Pérola do cerrado (Figura 3 B). Em Sooretama, a maior relação foi obtida para o Mel do cerrado.

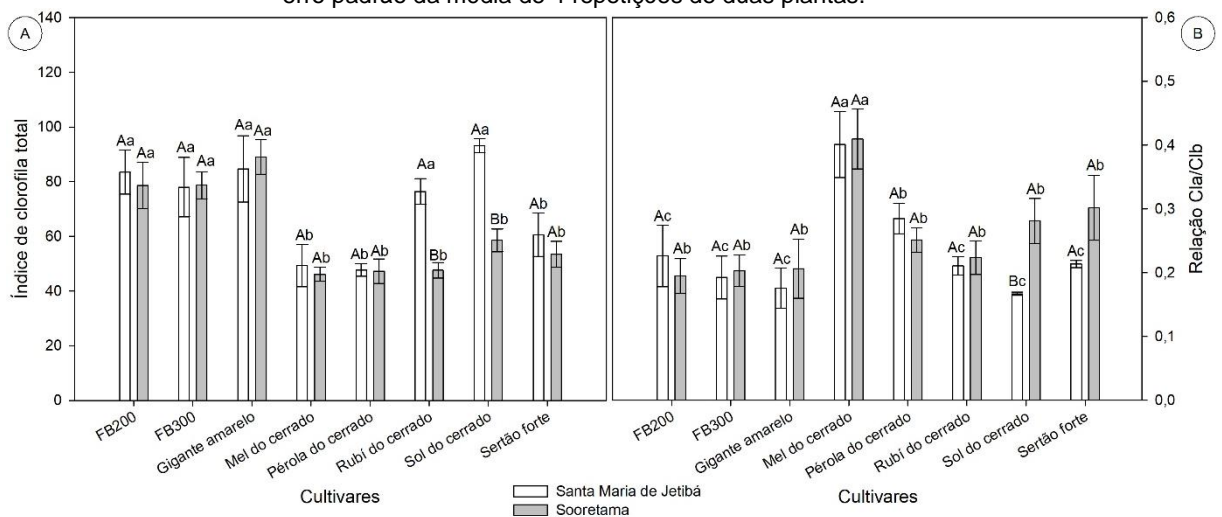
CIÊNCIAS BÁSICAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A interface dos saberes para a sociedade

Figura 2 - Índice de clorofila a (A) e clorofila b (B) de cultivares de maracujá cultivadas nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Sooretama. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas comparam os ambientes para cada cultivar, enquanto letras minúsculas comparam as cultivares em cada ambiente. A barra corresponde ao erro padrão da média de 4 repetições de duas plantas.



Fonte: o autor.

Figura 3 - Índice de clorofila total (A) e relação entre os índices de clorofila a e b (B) de cultivares de maracujá cultivadas nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Sooretama. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas comparam os ambientes para cada cultivar, enquanto letras minúsculas comparam as cultivares em cada ambiente. A barra corresponde ao erro padrão da média de 4 repetições de duas plantas.



Fonte: o autor.

Discussão

A fotossíntese por ser um processo sensível em relação ao ambiente e fatores climáticos e físicos, sofre variações quando avaliadas em culturas e ambientes diferentes. As condições ambientais influenciaram nas respostas das cultivares de maracujá plantados nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Sooretama. As plantas ajustam os teores de clorofilas (clorofila a, clorofila b, clorofila total e relação a/b) para se adaptar a um determinado ambiente e otimizar a fotossíntese, portanto, o clima e os regulam esses pigmentos (YING LI, 2018). A temperatura foi o fator de maior relevância, pois os estudos foram realizados no inverno, momento em que a temperatura média de Santa Maria de Jetibá é inferior a 18 °C (INCAPER, 2022 b), enquanto de Sooretama é superior (INCAPER, 2022 a).

CIÊNCIAS BÁSICAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A interface dos saberes para a sociedade

Os híbridos de maracujá Rubí do cerrado e Sol do cerrado apresentaram maior plasticidade fenotípica, comprovada pelo maior índice de clorofila em Santa Maria de Jetibá comparado à Sooretama, indicando que esses genótipos são capazes de ajustar seu aparato fotossintético frente às variações ambientais. A plasticidade no teor de clorofilas já foi relatada para a cultivar Rubi do cerrado, em estudos com bioestimulantes, onde foi verificado ajuste em função de doses (GONÇALVES, 2018). No Sol do cerrado também foi verificada alterações no teor de pigmentos em função de variações no ambiente, conforme observado por Santos (2020), que verificaram aumento no teor de clorofilas a, b e total em função da redução no teor de fósforo.

No município de Sooretama, os maiores índices de clorofila observados nas cultivares FB200, FB300 e Gigante amarelo, pode ser explicado pela grande incidência de luz solar e temperatura adequados para favorecer o desenvolvimento fotossintético das plantas. Em estudos realizados por Gama *et al.* (2013), observaram que as cultivares de maracujá FB 300, BRS Sol do Cerrado e BRS Ouro Vermelho são mais eficientes fotossinteticamente e possuem melhor qualidade de frutos.

Conclusão

As cultivares de maracujá com maior plasticidade foram os híbridos Rubí do cerrado e Sol do cerrado, com índices de clorofilas superiores em Santa Maria de Jetibá em comparação com Sooretama.

Os índices de clorofilas foram menores para as cultivares de maracujá doce (Mel do cerrado, Pérola do Cerrado e Sertão forte), independente do ambiente.

No município de Sooretama os maiores índices de clorofilas foi observado nas cultivares FB 200, FB 300 e Gigante amarelo, contudo, em Santa Maria de Jetibá, apenas os maracujás doces não tiveram bom desempenho.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro e bolsas de estudos para a condução do ensaio de cultivares concedido pela parceria entre Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (FUNCITEC) e a execução financeira do projeto pela Fundagres.

Referências

ALTENDORF, S. Minor tropical fruits: Mainstreaming a niche market. **FAO Food Outlook**, Rome, p. 67-74, July. 2018. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Minor_Tropical_Fruits_FoodOutlook_1_2018.pdf. Acesso em: 1 abr. 2019.

BERNARDES, P. M. *et al.* Vegetative and reproductive performance of species of the genus *Passiflora*. **Scientia Horticulturae**, v. 265, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820300212>. Acesso em: mar. 2022.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares – RNC. **CultivarWeb**. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/index.php>. Acesso em 30 jul. 2021.

FALKER. Automação agrícola. **ClorofiLOG CFL1030**: Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila. Porto Alegre, 2009. Disponível em: https://www.falker.com.br/download.php?file_id=28. Acesso em: 6 jun. 2022.

GAMA *et al.* Photosynthetic characteristics and quality of five passion fruit varieties under field conditions. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p. 941-948, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-012-1137-1>. Acesso em 19 ago. 2022.

GHOLAMIN, R.; KHAYATNEZHAD, M. Assessment of the Correlation between Chlorophyll Content and Drought Resistance in Corn Cultivars (*Zea Mays*). **Helix - The Scientific Explorer Peer Reviewed Bimonthly International Journal**, v. 10, n. 5, p. 93-97, 2020. Disponível em: <https://www.helixscientific.pub/index.php/home/article/view/222>. Acesso em: 17 ago. 2022.

GONTIJO, G. M. **Cultivo do maracujá**: informações básicas. Brasília: Emater-DF, 2017. (Coleção Emater, n. 26). Disponível em: <https://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/minicursomaracuja/cartilhamaracuja.pdf>. Acesso em: mar. 2020.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER 2020-2023**: Santa Maria de Jetibá. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Santa_Maria.pdf. Acesso em: 17 ago. 2022. a

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER 2020-2023**: Sooretama. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Sooretama.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2022. b

LI, Y. Factors Influencing Leaf Chlorophyll Content in Natural Forests at the Biome Scale. **Front. Ecol. Evol.**, v. 6, n. 64, June, 2018 Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00064>. Acesso em: 17 ago. 2022.

MACIEL, K. S. *et al.* Genetic diversity in passion fruit plants at different altitudes. **Australian Journal of Crop Science**, [online], v. 13, n. 7, p. 1083-1093. 2019. Disponível em: https://www.cropj.com/maciel_13_7_2019_1083_1093.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

SANTOS, V.M. *et al.* **Caracterização de cultivares de *Passiflora edulis* Sims em dois níveis de adubação fosfatada em Rio Verde-GO**: parâmetros agronômicos, genéticos e fisiológicos. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado. 2020.

SILVA, G. S.; SOUZA, M. M. Origin of the cultivated passion fruit *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* and genomic relationships among species of the subgenera *Decaloba* and *Passiflora*. **Plant Biology**, [online], v. 22, p. 533–540. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/plb.13100>. Acesso em 1 jun. 2021.