



CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DE CAGAITAS UTILIZANDO ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Gabriella Andrezza Meireles Campos^{1*} (PG); Francisco Ramos de Melo¹ (PQ); André José de Campos¹ (PQ); Frank Freire Capuchinho¹ (PG); Sielly Lobo Pereira¹ (PG)

*g_abicampos@hotmail.com

¹ Câmpus Central de Ciências Exatas e Tecnológicas - Henrique Santillo, Anápolis-GO.

Resumo: A análise da qualidade de frutos é um dos problemas observados na cadeia de produção de frutíferas, tendo em vista que o método mais comum para a seleção e classificação é a inspeção visual humana. Para contornar este problema, o presente trabalho apresenta um método baseado em uso de estatística multivariada para identificar estádios de maturação em cagaitas (*Eugenia dysenterica* DC.) *in natura*. Foram coletadas as amostras em diferentes dias após antese (DAA): 28 DAA, 31 DAA, 34 DAA, 37 DAA e 40 DAA, em que foram realizadas as análises físicas, físico-químicas e químicas, como: peso, diâmetro, área, coloração, firmeza, taxa respiratória (TR), teores de sólidos solúveis (SS), potencial Hidrogeniônico (pH), teores de acidez titulável (AT) e índice de maturação (IM) em laboratório. Os dados obtidos em laboratório foram submetidos a estatística multivariada por análise de agrupamento. Através dos dendogramas gerados nas análises de agrupamento, foram estabelecidos estádios de maturação dos frutos de cagaita separados por 3 grupos, onde no grupo 1 se encontram os 28 e 31 DAA, o grupo 2 o 40 DAA e o grupo 3, 34 e 37 DAA. Com isso, foi possível verificar que por meio do dendograma podemos obter respostas quanto ao estágio de maturação dos frutos de cagaita, observando que com exceção do dia 40, o decorrer dos demais dias mostrou o desenvolvimento do fruto quanto as suas características físicas, físico-químicas e químicas.

Palavras-chave: Análise de Agrupamentos; *Eugenia dysenterica* DC; Pós-colheita; Qualidade; Dendograma.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e apresenta grande diversidade de frutos (REIS e SCHMIELE, 2019). Entre estes frutos, podemos destacar a cagaita.

A frutificação da cagaita ocorre aproximadamente um mês depois do florescimento (de agosto a setembro) (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2014). Seus frutos são verdes quando imaturos e amarelo pálido quando maduros (MORAIS, 2020). Desse modo, a cor é um dos principais critérios usados para determinar se o fruto está maduro ou não (VIEIRA, 2019), o que também é conhecido como maturação aparente. Outro critério utilizado é o número de dias após a antese (acto de abertura das flores), que se destaca como uma técnica eficiente na identificação prática da maturidade fisiológica (SILVA, 2016). Além disso, a maturação também pode ser determinada com base nas características físico-químicas que são responsáveis pelas mudanças sensoriais e físicas (LOBO e PAULL, 2017; STEINGASS et al., 2015).





Apesar da grande importância deste fruto, existem poucos estudos sobre o seu desenvolvimento fisiológico (CARNEIRO e MAPELI, 2013). O conhecimento das etapas de desenvolvimento dos frutos é essencial para auxiliar na determinação das práticas culturais (SALOMÃO et al., 2006).

A estatística multivariada possibilita que seja realizada a classificação de frutos em diferentes estádios de maturação, por meio da análise de agrupamento. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os estádios de maturação de cagaitas (*Eugenia dysenterica* DC.) estatística multivariada.

Material e Métodos

As cagaitas foram colhidas na área experimental da Escola de Agronomia, Engenharia de Alimentos e Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Goiás, localizada no município de Goiânia/GO. O município está situado em latitude 16° 36' 16.920" Sul, longitude 49° 15' 44.280" Oeste e altitude de 749 metros.

Foram selecionados e marcados aleatoriamente cinco ramos em diferentes árvores, com lãs de diferentes cores, por ocasião de antese. As marcações dos ramos foram cometidas de forma uniforme.

Os frutos foram colhidos manualmente e foram acondicionados em saco de polietileno de baixa densidade (PEBD), com o fecho do tipo zip, de modo que fosse evitado que as amostras perdessem a umidade. Foram colhidos o total de 120 exemplares de cagaitas (*Eugenia desynterica* DC.), para cada dia de análise, totalizando 600 frutos. Posteriormente, os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central - Henrique Santillo, Anápolis/GO. Os frutos foram lavados em imersão na água, secados em temperatura ambiente e selecionados quanto a cor da casca, integridade física, ausência de danos mecânicos e patogênicos, visando a uniformização dos lotes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com um fator - dias após antese (DAA), com 40 repetições, sendo três frutos por repetição. Os frutos foram colhidos a partir do 28 DAA, com o intervalo de três dias, totalizando 5 DAA (28 DAA, 31 DAA, 34 DAA, 37 DAA e 40 DAA) e foram analisados no mesmo dia da colheita.

Nesse período, foram realizadas as análises físicas, físico-químicas e químicas, como: peso, diâmetro (transversal e longitudinal), área, coloração





(luminosidade, °Hue e croma), firmeza (casca e polpa), sólidos solúveis (SS), potencial Hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e índice de maturação (IM).

Os dados originados das análises dos frutos foram submetidos à análise de agrupamento com a finalidade de avaliar os diferentes estádios de maturação dos frutos de cagaita baseando-se nas características extraídas em diferentes dias após a antese (DAA).

O método de agrupamento utilizado foi o método de Ward (1963), também conhecido como método da mínima variância. Para a validação dos métodos estabelecidos para a análise de agrupamento, calculou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC), com a contribuição da função hclust (GAMA, 2020).

Resultados e Discussão

O dendograma da análise de agrupamento (Figura 1) foi gerado baseando-se nas características físicas, físico-químicas e químicas dos frutos de cagaita em diferentes dias após antese, com o intuito de explicar o estágio de maturação. O valor calculado de coeficiente cofenético está dentro do recomendando pela literatura $r=0,80$, sendo que neste trabalho foi $r = 0,82$. Mostrando assim a confiabilidade do dendograma.

Foram estabelecidos estádios de maturação dos frutos de cagaita, separados por 3 grupos onde neles estão expostos como as características físicas, físico-químicas e químicas dos frutos de cagaita se comportaram nos diferentes dias de análise, sendo que nos dias 28 e 31 após antese (grupo 1) os frutos apresentaram características semelhantes. Silva (2016), em seu estudo sobre a fisiologia da cagaita, verificou que entre o 27° e 31° DAA, foi detectada uma etapa de maturação dos frutos, com tendência à estabilização da massa fresca do fruto, endurecimento e lignificação do endocarpo.

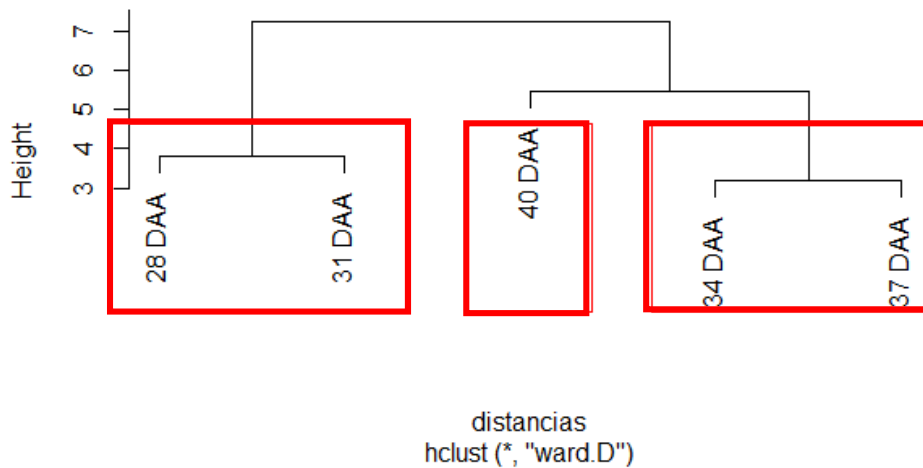
O grupo 2 refere-se ao 40 DAA, em que os resultados apresentam valores distintos ao esperado, considerando que este foi o último dia de análise. No entanto, este fato pode ser justificado devido a alguns parâmetros analisados neste dia ter obtido comportamentos mais próximos ao segundo e terceiro dia de análise do que ao dia de análise anterior ao último (37 DAA). Tokairin (2017) a observou em seu trabalho, que mesmo que estivessem no último dia de armazenamento, ao qual a tendência dos eram estar em estágio de senescência, os mesmos ainda apresentavam características adequadas e agradáveis a aceitação do consumidor.





No grupo 3, os frutos comportaram semelhantemente e de forma satisfatória, tendo em vista que, foi possível detectar por meio de análise de agrupamento que as variáveis físicas, físico-químicas e químicas dos frutos de cagaita se comportaram de forma coerente aos seus respectivos dias de análise.

Figura 1 - Dendograma da análise de agrupamento de frutos de cagaita em diferentes dias de antese (DAA).



Fonte: Próprio autor (2021).

Considerações Finais

Diante ao exposto, é possível verificar que por meio do dendograma podemos obter respostas quanto ao estágio de maturação dos frutos de cagaita, tendo em vista que com exceção do dia 40, o decorrer dos demais dias mostrou o desenvolvimento do fruto quanto ao seu tamanho, peso, coloração, nível de açúcar, consistência dos frutos, entre outras características. Sendo que estas características estão diretamente associadas ao tempo de vida útil da cagaita.

Agradecimentos

A UEG/CET pela disponibilização da infraestrutura para a realização da pesquisa. À CAPES pelo suporte e a concessão da bolsa de mestrado e ao Mestrado de Engenharia Agrícola - UEG/CET por todo o aprendizado e suporte.

Referências

ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; CHAVES, L. J.; SOARES, T. N. Caracterização genética de uma coleção de germoplasma de cagaiteira, uma espécie nativa do cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 246-252, 2014.





CARNEIRO, J. O.; MAPELI, A. M. **Caracterização fenológica e fisiológica de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*)**. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. 2013.

GAMA, A. T da. **Desempenho agrônômico, divergência genética, fenotipagem de alta eficiência e qualidade de sementes de variedades crioulas de feijão-fava cultivadas no Semiárido Norte Mineiro**. 2020. 87 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2020.

LOBO, M. G.; PAULL, R. E. **Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition**: 1. Ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2017.

MORAIS, M de. S. **Caracterização bioquímica e biofísica da fração proteica do fruto da cagaita (*Eugenia Dysenterica*)**. 2020. 57 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

REIS, A. F.; SCHIMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e20171502, 2019.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. DE; PEREIRA, M. E. C. Desenvolvimento do fruto da licheira (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 28, n.1, p. 11-13, 2006.

SILVA, M. M. M. **Estudo do desenvolvimento fisiológico da cagaita (*Eugenia dysenterica*)**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola de Agronomia - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

STEINGASS, C.B.; JUTZI, M.; MÜLLER, J.; CARLE, R. Ripening-dependent metabolic changes in the volatiles of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fruit: II. Multivariate statistical profiling of pineapple aroma compounds based on comprehensive two-dimensional gas chromatography-mass spectrometry. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, [s.l.], v. 407, n. 9, p. 2609-2624, 2015.

TOKAIRIN, T de. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2019. Apostila de fisiologia vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, [s.n.], p. 236 – 244. 1963.

