

Piperina, tamanho e densidade de grãos de pimenta-do-reino

Jheniffer O. Alves (IC)¹, Marlon B. Anceschi (IC)¹, Geovana R. Cavilha (IC)¹, Germano Oliozi Marré (IC)¹, Marcelo B. da Silva (PQ)¹, Mellina D. S. Rachid (PQ)², Raniella F. Bazoni (PQ)², Aloísio J. B. Cotta* (PQ)²

1- Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas

2- Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus, Departamento de Ciências Naturais

*aloisio.cotta@ufes.br

Resumo: A piperina é o composto bioativo responsável pela pungência da pimenta-do-reino, cujo teor contribui para a valorização do produto. Neste estudo, 14 amostras, obtidas com produtores do ES e PA e com a cooperativa local, foram analisadas com o objetivo de identificar cultivares/produtores de pimentas com alto teor de piperina e sua correlação com outras propriedades dos grãos. A densidade variou de 460 a 650 g/L, com diâmetros médios de $5,4 \pm 0,5$ mm, e teores de piperina entre 2,7 e 5,0 %, que são consistentes com a literatura. Verificou-se uma correlação inversa entre a concentração de piperina e densidade. Cultivares Kottanadan e Bragantina apresentaram teores de piperina ($4,1 \pm 0,4$ %) semelhantes quando maduras. A cultivar Bragantina demonstrou maior estabilidade no teor de piperina com a progressão da maturação, o que permite a colheita tardia com menor perda do composto. As amostras atendem aos requisitos do mercado internacional.

Palavras-chave: Extração, refluxo, classificação, pimenta.

Introdução

A pipericultura possui grande relevância econômica para o Espírito Santo (ES). O qual, é responsável por mais da metade da produção nacional de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), contribuindo para posicionar o Brasil como segundo produtor global. São Mateus, no Norte capixaba, concentra 60 % da produção estadual, com grande participação da agricultura familiar (SEAG, 2024). A pimenta-do-reino é apreciada pela pungência do seu principal alcaloide, a piperina, somada às suas propriedades medicinais (Wiraswati *et al.*, 2024).

A quantificação do alcaloide é crucial para o controle de qualidade e valorização da pimenta-do-reino. O procedimento padrão envolve a extração com etanol, sob refluxo, e posterior análise por espectrometria no UV (ISO 5564, 1982). Embora a legislação nacional (Instrução Normativa nº 10 do MAPA, 2006) não estabeleça um teor mínimo de piperina, o Codex Alimentarius (2022) define concentrações mínimas de 3,5 %, 3,0 % e 2,0 % (m/m) para as classes I, II e III, respectivamente, sendo as amostras também enquadradas de acordo com a densidade (550, 500 e 400 g/L) dos grãos, que devem ter diâmetro entre 2,5 e 7,0 mm e outros parâmetros como sujidades (< 2 %) e grãos mofados (< 3 %).

O mercado internacional bonifica fornecedores de pimenta rica em piperina. O produto vietnamita geralmente ultrapassa 3,8 %, com significativo contraste entre variedades (Oanh *et al.*, 2021). Le *et al.* (2025) registrou teores variados a depender do tamanho, densidade e estágio de maturação. Os dados para amostras nacionais são escassos, distribuindo-se entre

2,2 e 7,2 % (Gonçalves *et al.*, 1997; Paracampo *et al.*, 2022). A concentração de piperina varia de acordo com a cultivar, seu manejo, beneficiamento e condições edafoclimáticas (Prakash; Joseph, 2022), o que destaca a necessidade de estudos aprofundados.

Diante da significativa participação do ES na pipericultura nacional, este trabalho promoveu a caracterização de amostras capixabas, visando não apenas atestar sua conformidade frente aos padrões de qualidade, mas também identificar as variedades com maiores teores de piperina, cuja propagação pode melhorar a competitividade do produto no mercado global.

Metodologia

Foram obtidas com produtores de São Mateus (SM) e Jaguaré (JG) amostras de cultivares específicas de pimenta-do-reino em cachos, os quais foram separados entre maduro (ainda sem grãos avermelhados) e muito maduro, Figura 1.

Figura 1 – Amostra da cultivar Kottanadan nos estágios: muito maduro (esquerda) e madura (direita).



Fonte: Autores (2025).

Amostras já secas e beneficiadas (P3 a P7), remoção de sujidades em mesa vibratória – PA-GRAN/PL/1-Palini, foram cedidas pela COOPBAC (Cooperativa dos Produtores Agropecuários da Bacia do Cricaré) entre 01 e 07/2025. Destas foi informado o modo de secagem, e que se trata de uma mistura das cultivares Bragantina e Kottanadan, com grau de maturação misto. Uma amostra de Anapu-PA foi fornecida pelo produtor (P8).

O processamento dos cachos, envolveu a debulha manual, secagem em estufa laboratorial (60 °C/3 dias), e moagem até a granulometria (< 0,8 mm) em macro moinho (R-TE-680 Tecnal). Para dosagem da piperina, em alíquotas de 0,500 g (previamente secas a 100 °C/2 h) foram tratadas com 100 mL da mistura 100:5 de etanol absoluto: metanol (99,8 %) sob refluxo por 2 h. Uma porção de 0,60 g foi filtrada em membrana de nylon (0,45 µm, Perfecta) e diluída para 30 g com etanol antes da análise espectrofotométrica em 345 nm (Thermo, Evolution™ 60S) ao abrigo da luz (ISO 5564, 1982).

A densidade dos grãos foi avaliada com proveta de 500 mL, seguida de pesagem em balança com 2 casas decimais. As análises foram realizadas em duplicata com incertezas (1 desvio-padrão) de ± 2 g/L e 0,1 % para densidade e teor de piperina, respectivamente. Para avaliar a distribuição granulométrica dos grãos, 5 fotos de porções de 30 mL de cada amostra, foram processadas no software ImageJ para estimar o raio médio (Igathinathane *et al.*, 2018). Avaliação estatística foi realizada com software Origin (Originlab).

Resultados e Discussão

A piperina variou de 2,7 a 5,0 %. As amostras maduras apresentaram concentração, Tabela 1, assemelhando-se aos valores de Oanh *et al.* (2021) de 3,8 a 4,3 %, e Le *et al.* (2025) de 4,3 a 5,5 %, para pimentas do Vietnam, e por Paracampo *et al.* (2022) para amostras do Pará com 3,7 a 7,2 %, todos utilizando o método espectrofotométrico.

Tabela 1 – Resultados das análises físicas e químicas das amostras de pimenta-do-reino.

n Produtor (P)	Variedade	Maturação	Técnica de secagem	Tamanho (mm)	Densidade (g/L)*	Piperina (% m/m)*
1 P1 - SM	Kottanadan	Maduro	FE	5,3 \pm 0,6	580	4,0
2** P1 - SM	Bragantina	Muito maduro	FE	5,9 \pm 0,5	600	3,6
3** P1 - SM	Bragantina	Maduro	FE	5,6 \pm 0,5	580	4,1
4 P1 - SM	Kottanadan	Maduro	FE	5,1 \pm 0,6	466	3,6
5 P1 - SM	Bragantina	Maduro	FE	5,3 \pm 0,6	461	4,7
6 P2 - JG	Bragantina	Maduro	FE	5,8 \pm 0,5	590	4,0
7** P2 - JG	Kottanadan	Muito maduro	FE	5,5 \pm 0,5	650	2,7
8** P2 - JG	Kottanadan	Maduro	FE	5,4 \pm 0,5	650	4,0
9 P3 - SM	Não especificado	Misto	SS	5,6 \pm 0,6	530	4,0
10 P4 - SM	Não especificado	Misto	SS	5,4 \pm 0,7	500	5,0
11 P5 - SM	Não especificado	Misto	SS	5,5 \pm 0,6	590	3,4
12 P6 - SM	Não especificado	Misto	SC	5,2 \pm 0,7	570	3,8
13 P7 - SM	Não especificado	Misto	FE	5,1 \pm 0,9	530	4,0
14 P8 - PA	Bragantina	Maduro	SS	5,3 \pm 0,5	531	4,1

n: número da amostra. Os métodos de secagem utilizados foram: secagem ao sol (SS), secador comercial a 60 °C (SC) e forno elétrico a 60 °C (FE). * desvio padrão de: ± 2 g/L para densidade e $\pm 0,1$ % para piperina. ** mesmo lote, os cachos da amostra foram fracionados entre maduro e muito maduro, Figura 1.

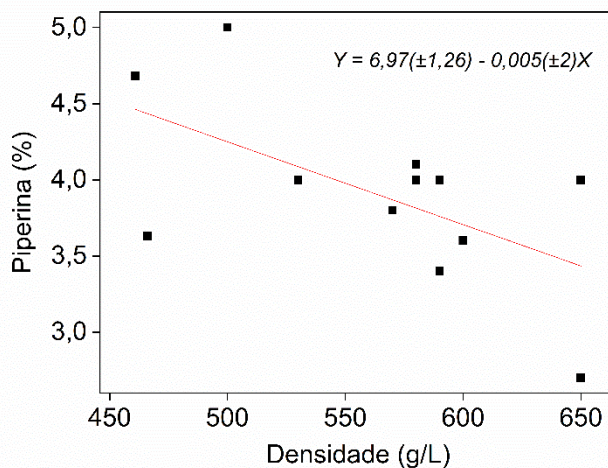
Fonte: Autores (2025).

Vieira *et al.* (2022) registrou teores entre 1,8 e 3,5 % em 48 amostras de Bragantina do ES, os menores valores se devem ao uso da técnica cromatográfica para quantificação. Aplicando o fator de conversão de 1,52 (Le *et al.*, 2025) obtém-se teores de 2,7 e 5,3 %, em perfeito acordo com os dados desta pesquisa. A amostra do Pará (n = 14) apresentou valores, para todos parâmetros avaliados, idênticos aos registrados nas amostras capixabas.

A densidade variou de 460 a 650 g/L, também em acordo com a faixa de valores 423 a 680 g/L, de Oanh *et al.* (2021) e Paracampo *et al.* (2022). Le *et al.* (2025) destacaram a relação

inversa entre os teores de piperina e a densidade. A amostra (n = 7) apresentou o menor teor de piperina e alta densidade, já a amostra (n = 10) o maior teor de piperina com baixa densidade, Figura 2 ($p < 0,05$; significância da inclinação).

Figura 2 - Relação entre densidade e teor de piperina.



Fonte: Autores (2025).

A densidade média das 14 amostras foram 559 ± 59 g/L sem correlação com a maturação ou cultivar. As amostras (n = 2 e 3) da cultivar Bragantina e (n = 7 e 8) da cultivar Kottanadan foram obtidas separando-se os respectivos lotes de cachos entre grãos maduros e muito maduros. Independentemente da cultivar, as amostras maduras apresentaram pelo ao menos 4,0 % de piperina, já as muito maduras teores de pelo ao menos 10 % inferiores (2,7 e 3,6 %). Reduções de 10 % já haviam sido reportadas em cultivares do Siri Lanca (Rathnawathie e Buckle, 1984). Le *et al.* (2025) também registrou diminuição na concentração de piperina com a maturação, decrescendo de 5,52 a 4,26 %. Os menores teores se devem a hidrólise enzimática da piperina à ácido pipérico e piperidina durante a maturação, na qual ocorre o aumento da concentração do amido e consequente aumento da densidade e do tamanho dos grãos (Schnabel *et al.*, 2021).

A amostras mais maduras contêm grãos ligeiramente maiores, Tabela 1. Nas amostras maduras do produtor (P1), a cultivar Kottanadan apresentou teores de piperina (3,6 e 4,0 %) ligeiramente inferiores aos da cultivar Bragantina (4,1 e 4,7 %). As amostras maduras do produtor (P2) apresentaram teores idênticos de piperina (4,0 %), independente da cultivar. Porém, a amostra de Bragantina demonstrou maior estabilidade no teor de piperina entre os diferentes estágios de maturação, o que indica potencial genético para manter altas concentrações do alcaloide mesmo quando colhido tardiamente.

Todas amostras comerciais (n = 9 a 14) são classificadas nas classes Asta ou B1, dado os elevados valores de densidade e teor de piperina (Codex Alimentarius, 2022). No exame

visual e cotação percebeu-se que as sujidades (fragmentos de folhas e gravetos ou excretas) e grãos mofados estavam virtualmente assentes nestas amostras (< 0,5 %), confirmando a alta qualidade do produto nacional.

Considerações Finais

Os resultados evidenciam a importância de se realizar a colheita da pimenta-do-reino no estágio ideal de maturação para maximizar os teores de piperina, cujo teor médio é similar ao de pimentas de outras regiões e países. As análises confirmaram a alta qualidade do produto e sua conformidade com o padrão de qualidade exigido no mercado internacional.

Agradecimentos

FAPES - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo. Edital FAPES/SEDU Nº 16/2024 - PICJr 2025. Nº FAPES:191/2025 - P: 2025-75GC9. A COOPBAC e produtores pela doação de amostras.

Referências

- CODEX ALIMENTARIUS, 2022. Standard for black, white and green peppers, CXS 326-2017.
- GONÇALVES, S. L. *et al.* Determinação da pungência de pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) cultivada no Paraná. 1997.
- IGATHINATHANE, C. *et al.* Shape identification and particles size distribution from basic shape parameters using ImageJ. **Computers and electronics in agriculture**, v. 63, n. 2, p. 168-182, 2008.
- Instrução Normativa Nº 10, de 15 de maio de 2006. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- ISO. 1982. ISO 5564:1982. Black pepper and white pepper, whole or ground - Determination of piperine content – spectrophotometric method.
- LE, Xuan-Tien *et al.* Evaluation of Peppercorn Quality from Ba Ria-Vung Tau, Vietnam. **Current Applied Science and Technology**, p. e0261624-e0261624, 2023.
- OANH, Duong Thi *et al.* Assessment of growth and productivity on four black pepper varieties (*Piper nigrum* L.) in three target provinces of Vietnam. **Engineering**, v. 13, n. 12, p. 647-655, 2021.
- PRAKASH, K. M.; JOSEPH, Jiji. Genetic variation in black pepper (*Piper nigrum* L) accessions for piperine, essential oil and oleoresin, the biochemical principles of quality. **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 13, n. 1, p. 267-272, 2022.
- RATHNAWATHIE, M.; BUCKLE, K. A. Effect of berry maturation on some chemical constituents of black, green and white pepper (*Piper nigrum* L.) from three cultivars. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 19, n. 3, p. 361-367, 1984.
- SCHNABEL, Arianne *et al.* Identification and characterization of piperine synthase from black pepper, *Piper nigrum* L. **Communications biology**, v. 4, n. 1, p. 445, 2021.
- SEAG. Primeiro fórum brasileiro de pimenta-do-reino reúne produtores, técnicos e exportadores no norte capixaba. 2024.
- VIEIRA, Luiza V. *et al.* The effects of drying methods and harvest season on piperine, essential oil composition, and multi-elemental composition of black pepper. **Food Chemistry**, v. 390, p. 133148, 2022.
- WIRASWATI, Hesti Lina *et al.* Piperine: an emerging biofactor with anticancer efficacy and therapeutic potential. **BioFactors**, v. 51, n. 1, p. e2134, 2025.