

Morfoanatomia e histoquímica do pericarpo de *Musa sp.* (Musaceae) e o mito do “fiapo da banana”

*Morphoanatomy and histochemistry of the *Musa sp.* (Musaceae) pericarp and the myth of the “banana lint”*

¹ Graziela Cury Guapo

² Guilherme Demétrio Ramos Ferreira

1 Universidade Federal de Alagoas

2 Universidade Federal de Alagoas

RESUMO

Musa sp., a banana (de forma genérica), é uma fruta bem conhecida e consumida ao redor do mundo que contém diversos nutrientes importantes para a saúde humana. Suas relações filogenéticas ainda não estão bem estabelecidas, mas é consenso geral, entre os pesquisadores, que se trata de um fruto partenocárpico. Apesar de ser um fruto bastante conhecido e consumido, não há muitas informações a respeito de sua estrutura morfoanatômica na literatura científica, tampouco a origem dos tecidos que o constituem. A presença do “fiapo” nesse fruto é alvo de especulações não científicas, que o denominam como “floema” ou “feixes de floema”. Este estudo, portanto, teve como objetivo trazer não só informações a respeito da composição estrutural desse fruto, como também revelar quais compostos químicos estão presentes nele e esclarecer qual a real composição dos “fiapos”. A metodologia utilizada envolveu análises macro e microscópicas, além da realização de testes histoquímicos. Por fim, este trabalho apresentou não só a estrutura morfoanatômica e composição histoquímica do fruto de alguns exemplares do gênero *Musa*, como também revelou que a estrutura dos “fiapos”, popularmente denominados como floema ou feixes de floema, não passa de um mito concebido pelo conhecimento não científico. Os resultados permitiram, juntamente com a investigação na literatura especializada, propor uma classificação morfológica para o fruto, um musídio, revelar sua estrutura morfoanatômica e evidenciar os compostos nele presentes.

Palavras-chave:

Anatomia Vegetal. Banana. Testes Histoquímicos.

ABSTRACT

Musa sp., the banana (generally), is a well-known fruit consumed around the world that contains several important nutrients for human health. Its phylogenetic relationships are not yet well established, but it is a general consensus among researchers that it is a parthenocarpic fruit. Despite being a well-known and consumed fruit, there is not much information about its morphoanatomical structure in the scientific literature, nor the origin of the tissues that constitute it. The presence of “lint” in this fruit is the subject of unscientific speculations, which call it “phloem” or “bundles of phloem”. This study, therefore, aimed to bring not only information about the structural composition of this fruit, but also to reveal which chemical compounds are present in it and to clarify the real composition of the “lint”. The methodology used involved macro and microscopic analysis, in addition to performing histochemical tests. Finally, this work presented not only the morphoanatomical structure and histochemical composition of the fruit of some specimens of the genus *Musa*, but also revealed that the structure of the “lint”, popularly known as phloem or phloem bundles, is nothing more than a myth conceived by the non-scientific knowledge. The results allowed, together with the investigation in the specialized literature, to propose a morphological classification for the fruit, a musidium, to reveal its morphoanatomical structure and to evidence the compounds present in it.

Keywords:

Banana. Histochemical Tests. Plant Anatomy.

1 INTRODUÇÃO

O fruto do gênero *Musa* sp. (Musaceae), comumente denominado banana, é muito consumido como alimento, não só no Brasil, mas em muitos lugares ao redor do mundo. Suas propriedades, relacionadas aos seus diversos nutrientes, são sempre destacadas na literatura científica, como, por exemplo, rica em carboidratos (24%), fibras (6-7%), elementos minerais e vitaminas, como potássio, magnésio, cálcio fósforo, sódio, ferro e vitaminas A, B e C (SHARROCK; LUSTY, 2001).

A família Musaceae é pequena e apresenta distribuição paleotropical com três gêneros reconhecidos, apesar de essa classificação ser controversa. Possui cerca de 65 espécies distribuídas sob o gênero *Musa* L. Porém, estudos apoiam a monofilia da família e sugere que *Musella* (Franch.) H.W.Li e *Ensete* Bruce ex Horan. podem ser congêneres ou, ao menos, intimamente relacionados, mas refutam uma classificação infragênica para *Musa* (LIN *et al.*, 2010).

A evolução da maioria das cultivares de banana ocorreu no Continente Asiático, a partir da hibridação intra ou interespecífica de duas espécies selvagens diploides: *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla (SIMMONDS; SHEPHERD, 1955). A domesticação da bananeira ocorreu por duas importantes alterações, como a ocorrência de partenocarpia por mutação em *Musa acuminata*, seguida da existência de esterilidade feminina, o que resultou no desenvolvimento dos frutos sem a ocorrência de polinização (KAEMMER *et al.*, 1992). Por meio da seleção humana, vários clones passaram a ser cultivados nas áreas úmidas do sudeste Asiático, particularmente na Malásia (SHARROCK, 1998).

A planta é herbácea e perene, com 2 a 9 metros de altura em plantas cultivadas e 10 a 15 metros em espécies selvagens. É constituída basicamente por um caule subterrâneo ou "cormo", um pseudocaulo aéreo, folhas e inflorescências. O "cormo", o caule verdadeiro, é o órgão pelo qual ocorre a ramificação e garante o ciclo de vida da planta e, além de produzir raízes, possui a função de sustentar o pseudocaulo, as folhas e as inflorescências que dão origem às flores e, subsequentemente, aos frutos, que são monocárpicos (KARAMURA *et al.*, 2011).

De acordo com Sunandar e Kaha (2017), o fruto mede 7-9 cm de comprimento com 10-14 frutos por infrutescência, dispostos em duas fileiras. São retos e com vértice alongado e pontiagudo, sem quaisquer vestígios florais; casca verde em frutos imaturos, mas casca amarela em frutos maduros.

Em relação à organização e composição interna do pericarpo, a literatura científica fornece muito poucas informações (SOUZA, 2006; KARAMURA *et al.*, 2011). Já em fontes não científicas, as quais trazem informações sobre o "fiapo" da banana, este é comumente descrito como uma estrutura composta por "feixes de floema" ou simplesmente floema, o qual seria uma rica fonte de alimento para as pessoas, visto que esse tecido conduz nutrientes necessários por toda a fruta, fazendo com que ela cresça de maneira adequada. Porém, nenhuma evidência científica até hoje comprovou essa informação. Portanto, este trabalho teve o objetivo de analisar o pericarpo da banana, não só para revelar a estrutura do "fiapo", mas também a estrutura anatômica completa desse fruto, a qual não é encontrada na literatura científica, e analisar os compostos químicos que nele ocorrem.

2 METODOLOGIA

O material para a análise, três indivíduos maduros da "variedade banana prata", foi adquirido em estabelecimentos comerciais e, por ser um fruto comum e bem conhecido, não foi necessária sua identificação ou qualquer depósito em herbário para obtenção de um *voucher*.

Para proceder às análises anatômicas, foram realizados cortes transversais com o auxílio de lâminas de barbear em toda a circunferência do fruto. As secções obtidas foram coradas com solução de safranina e azul de alcian 9:1 (BUKATSCH, 1972). Para as análises macroscópicas, o material foi seccionado com navalhas de corte e as secções foram mantidas em álcool 70%, sem qualquer tipo de corante.

Para as observações anatômicas, lâminas histológicas foram confeccionadas e levadas a microscópio óptico, através do qual imagens foram capturadas com as devidas escalas de correção. Nas análises macroscópicas, também utilizando as devidas escalas de correção, a captura foi realizada com o uso de estéreo microscópio.

Testes histoquímicos foram realizados, com o uso dos seguintes reagentes: solução de lugol para grãos de amido (JOHANSEN, 1940); Sudan black B e Sudan IV para lipídios totais (JENSEN, 1962); vermelho de rutênio para pectinas (JOHANSEN, 1940); azul de toluidina para mucilagem, compostos fenólicos estruturais e não estruturais (O'BRIEN *et al.*, 1964) e; cloreto férrico para compostos fenólicos não estruturais (JOHANSEN, 1940).

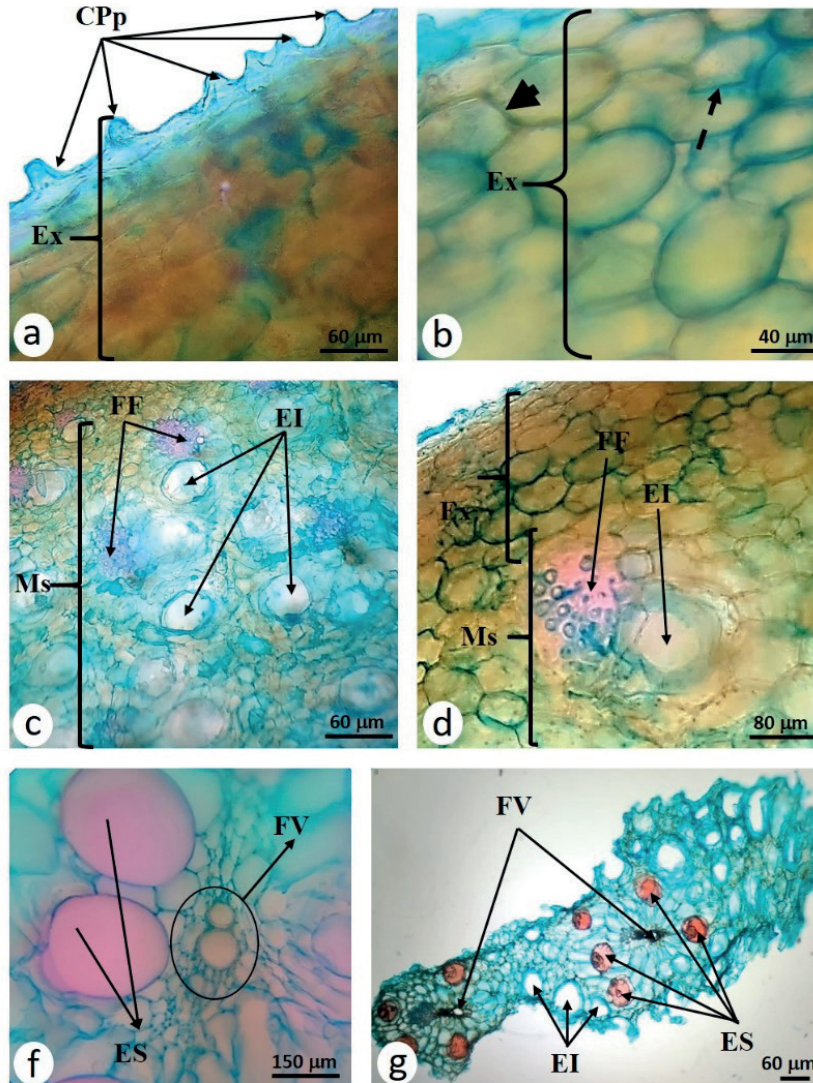
3 RESULTADOS

O pericarpo da banana é constituído por exocarpo, mesocarpo e endocarpo. O exocarpo ou a "casca da banana" é constituído externamente por uma camada de células majoritariamente papilosas que formam a epiderme (Figura 1a) e, adjacentes a ela, foram observadas células parenquimáticas, sofrendo divisões periclinais e anticlinais (Figura 1b).

As primeiras camadas do mesocarpo, aquelas adjacentes ao exocarpo, são constituídas por células parenquimáticas e, entre essas células, grupos de fibras associados a espaços intercelulares (Figuras 1c, d). O restante do mesocarpo é formado por células parenquimáticas e espaços intercelulares ao redor de feixes vasculares (Figura 1e). A parte mais interna do mesocarpo, adjacente ao endocarpo, é onde se encontram os "fiapos".

Os "fiapos" são constituídos principalmente por células parenquimáticas e, em cada um deles, entre essas células, foram observados dois pequenos feixes vasculares (Figura 1f), os quais são visualizados macroscopicamente como as partes mais escuras da estrutura (Figuras 2 a,b). Ao redor de cada feixe foram observados espaços secretores arredondados, contendo substância de coloração rosa, quando corados com safranina e azul de alcian e coloração marrom ao natural (Figura 1f).

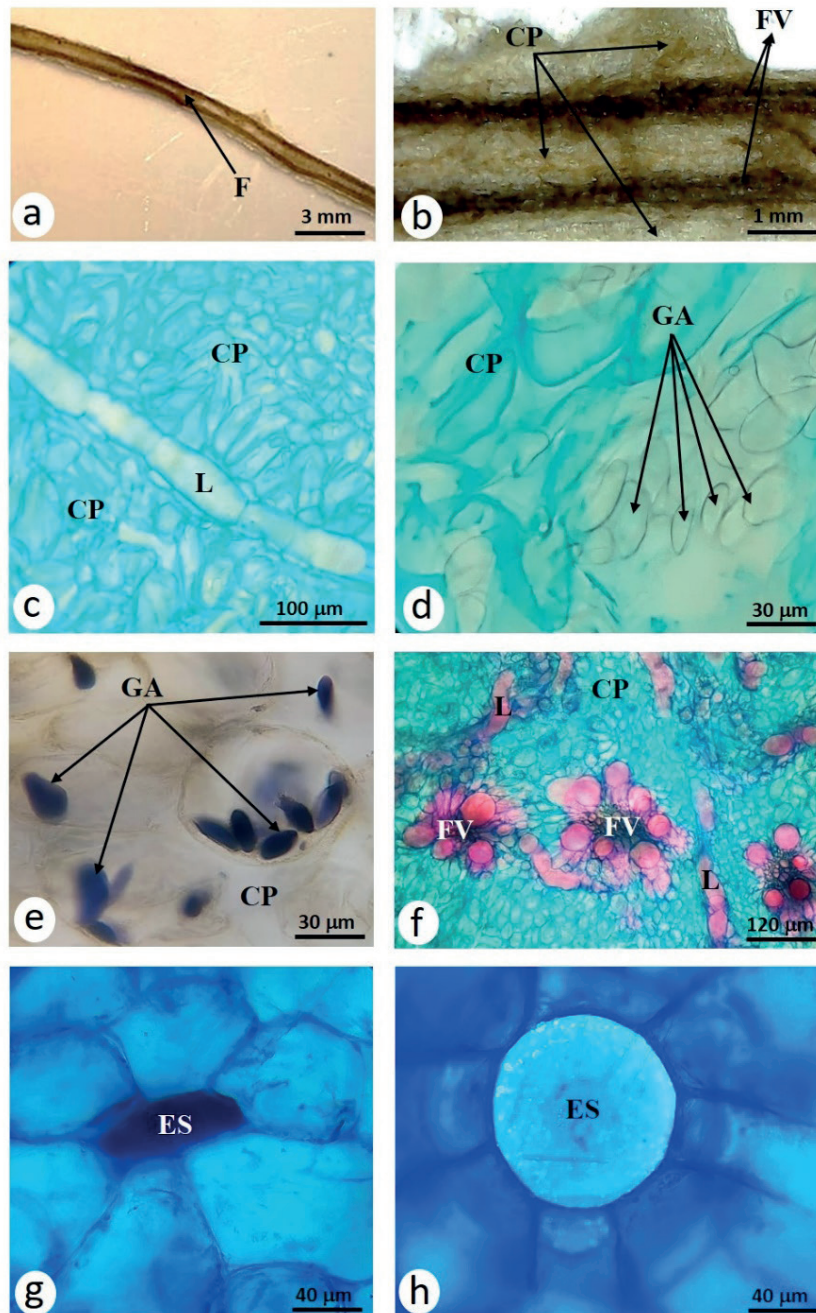
Figura 1 - Cortes transversais do pericarpo. CPp = células papilosas na epiderme; EI = espaços intercelulares; ES = espaços secretores; EX = exocarpo; FF = feixes de fibras; FV = feixe vascular; MS = mesocarpo; ponta de seta = divisões anticlinais, seta tracejada = divisões periclinais.



Fonte: Elaborado pelos autores

A porção interna ao "fiapo", aquela comumente consumida como alimento, é o endocarpo, constituído por células parenquimáticas (Figura 2 c) e, em muitas delas, há grande quantidade de grãos de amido (Figuras 2 d, e). Foram observados feixes vasculares entre as células parenquimáticas também envolvidos por espaços secretores arredondados, com a mesma disposição e tipo de conteúdo observados no "fiapo" (Figura 2 f), além de espaços secretores intercelulares em formação e outros já formados (Figura 2 g, h).

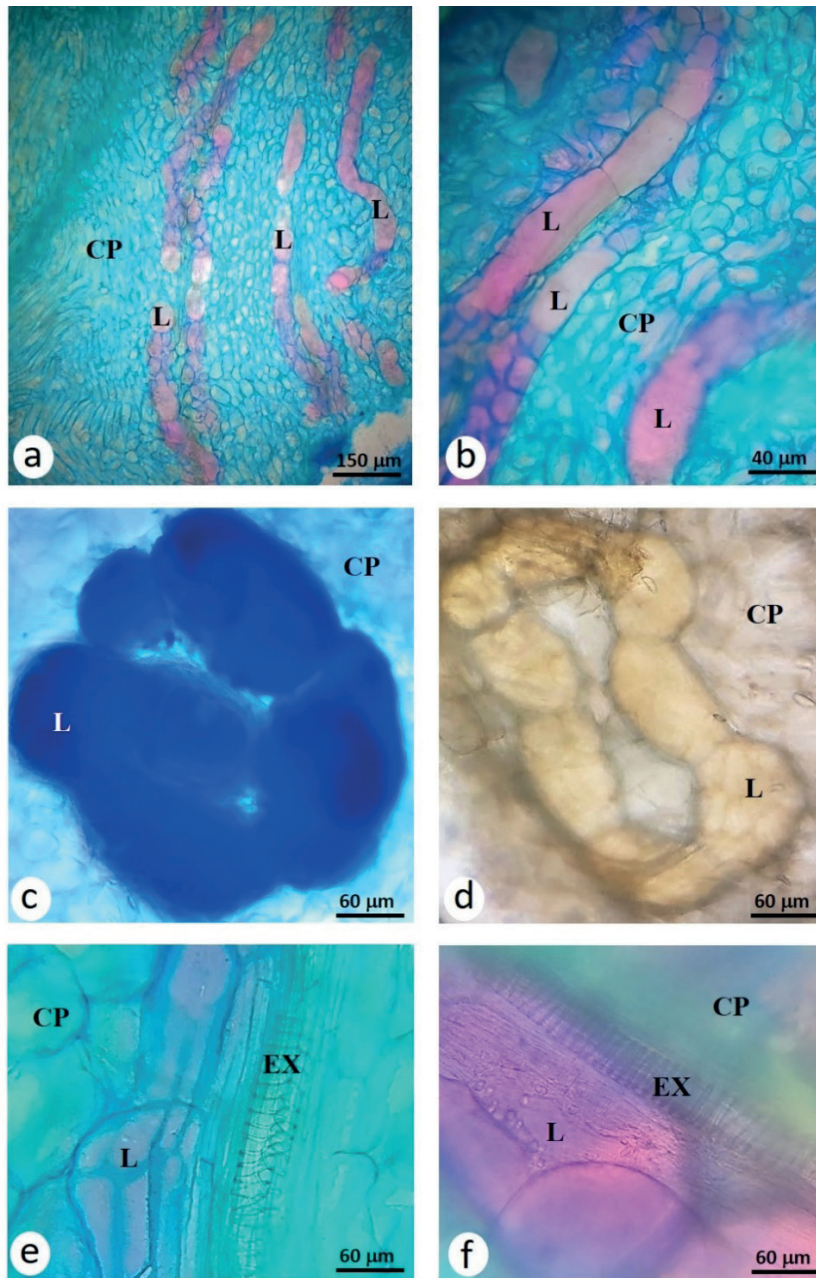
Figura 2 - Cortes transversais do pericarpo. CP = células parenquimáticas; ES = espaço secretor; F = fiapo; FV = feixe vascular; GA = grãos de amido; L = laticífero.



Fonte: Elaborado pelos autores

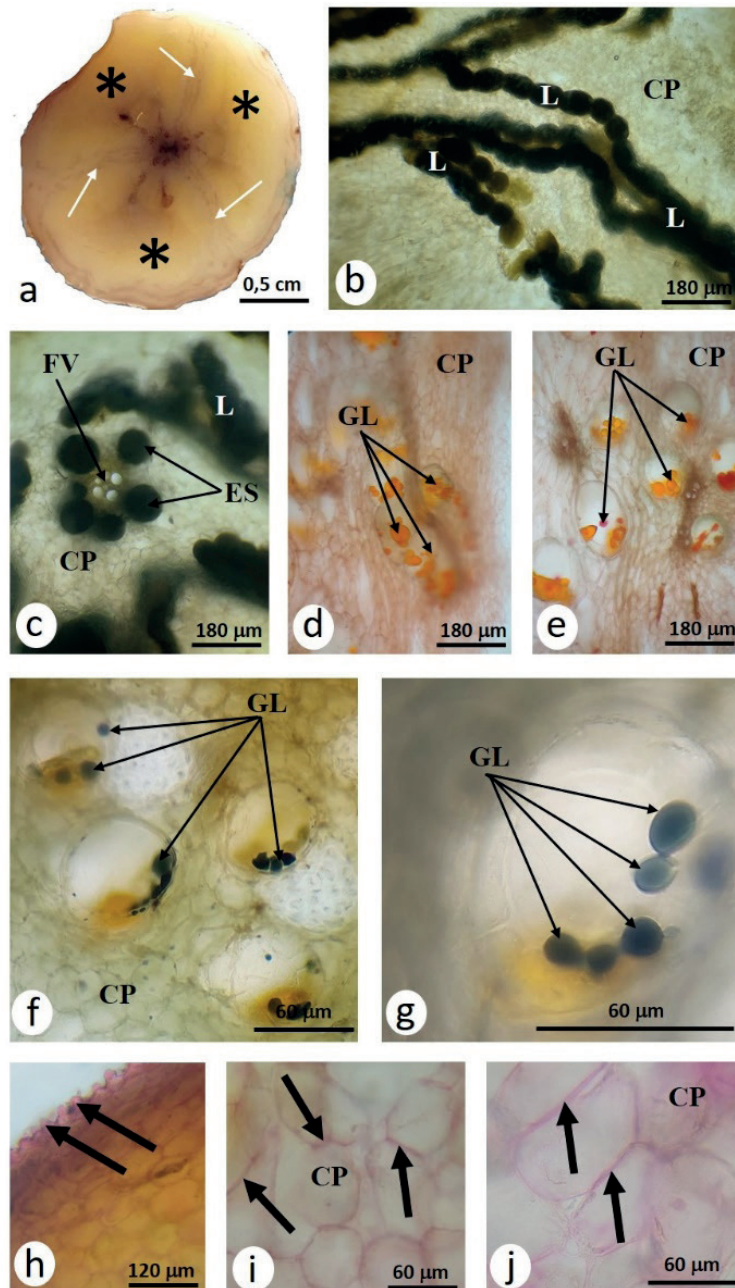
Laticíferos articulados foram observados como filamentos de conjuntos de células retangulares arredondados, dispostos longitudinalmente ou curvados sobre si mesmos, podendo chegar a formar uma estrutura circular (Figuras 3a-d), em ambos os casos, seus interiores são preenchidos por substâncias que compõem o látex (Figuras 3a). Adjacentes aos laticíferos, foram observados elementos de vaso de xilema, também dispostos longitudinalmente (Figura 3e, f). O endocarpo possui três carpelos e três lóculos, sem sementes (Figura 4a).

Figura 3 - Cortes transversais do pericarpo. CP = células parenquimáticas; EX = elemento de vaso de xilema; L = laticífero



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4 - Cortes transversais do pericarpo. CP = células parenquimáticas; ES = espaço secretor; FV = feixe vascular; GL = gotas lipídicas; L = laticífero; * = carpelo; seta branca = septo de separação entre os carpelos; seta espessa = presença de mucilagem.



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação aos testes histoquímicos (Quadro 1), foi observada a presença de compostos fenólicos estruturais e não estruturais nas células secretoras do endocarpo, bem como nos laticíferos (Figuras 4 b, c). O teste com a solução de lugol revelou a presença de grãos de amido nas três camadas do pericarpo (Figuras 4 d, e). O azul de toluidina evidenciou a presença de mucilagens nos espaços secretores do mesocarpo e do endocarpo; e nas células secretoras do "fiapo" (Figura 2 g) Sudan IV e Sudan black b detectaram gotas de lipídios totais nas células secretoras do mesocarpo, do "fiapo" e do endocarpo (Figura 4 d-g). O vermelho de rutênio revelou a presença de pectinas nas paredes celulares das três camadas do pericarpo (Figuras 4 h-j).

Quadro 1 - Testes histoquímicos

Pericarpo	Exocarpo			Mesocarpo				Endocarpo			
	Localização	Epiderme	Células parenquimáticas	Parede celular	Células secretoras do "fiapo"	Células parenquimáticas	Parede celular	Células secretoras	Células secretoras	Parede celular	Células parenquimáticas
Lugol	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Azul de Toluidina	-	-	-	+	+	-	+	*	-	-	-
Sudan IV	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Sudan Black B	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Cloreto Férrico	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Vermelho de Rutênio	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-

azul de toluidina: mucilagens (+), compostos fenólicos estruturais e não estruturais (*); Sudan IV: lipídios totais; Sudan black B: lipídios totais; cloreto férrico: compostos fenólicos não estruturais; solução de lugol: amido; vermelho de rutênio: pectinas. +, * = presença; - = ausência.

Fonte: Elaborado pelos autores

4 DISCUSSÃO

Dentre as publicações não científicas, o "fiapo" da banana é bastante nutritivo, por ser compostos por fibras e feixes de floema que auxiliam no funcionamento do intestino, retardam o índice glicêmico, promovem saciedade e, sua principal constituição celular, é o floema.

O floema é realmente um tecido de condução, o principal deles, que conduz os nutrientes nas plantas vasculares e transporta uma vasta gama de substâncias (ANGYALOSSY; SOFFIATTI, 2013). Os resultados aqui obtidos mostraram que, de fato, células de floema estão presentes no "fiapo" da banana, porém essas células estão organizadas em poucos e pequenos feixes vasculares, dois feixes por "fiapo", os quais são compostos por xilema e por floema. Portanto, apenas uma pequena porção do "fiapo" é constituída de floema e a maior parte da estrutura é composta por células parenquimáticas e outras células secretoras.

Ainda neste trabalho, foi demonstrado que a região do pericarpo, onde se encontram os "fiapos", é a parte mais interna do mesocarpo, na qual foram observados outros tipos celulares, além de muitas células contendo grãos de amido. De acordo com Karamura *et al.* (2011), em *Musa*, os grãos de amido encontram-se na "polpa", internamente à epiderme, localizados em grandes células e esse amido é parcialmente convertido em açúcar durante o processo de amadurecimento do fruto.

Esses grãos de amido, de acordo com Freitas e Tavares (2005) e Izidoro *et al.* (2007), possuem formas lisas, ovais, alongadas e tamanhos diferenciados dentre as variedades de banana. São reconhecidos como amidos resistentes à amilase pancreática, o que os diferem do amido de milho e, apesar de possuírem tamanhos similares, são diferentes em relação ao seu formato. Além disso, amidos resistentes são menos suscetíveis à ação enzimática no intestino delgado e intestino grosso, onde são parcialmente hidrolisados por bactérias.

As pectinas, identificadas na parede celular das três camadas do pericarpo, são um polissacarídeo de base estrutural em paredes celulares de plantas terrestres, com aparência de um pó branco e marrom, principalmente, obtido de frutas (BRADDOCK, 2004; SAKAI et al., 1999). Possui um papel fundamental na mecânica da parede celular e no crescimento de plantas (HOFTE et al., 2012), além de promover o amolecimento e o amadurecimento do fruto (PILINIK; VORACEN, 1970). Ainda nas paredes celulares, a pectina atua como uma camada cimentante das fibrilas de celulose com os polímeros adjacentes e funciona como um transportador de água e nutrientes (TAMAKI et al., 2008). Para a saúde humana, foi constatado que as pectinas possuem ação antioxidante, atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. (TRIPATHI; MISHRA, 2021).

Os laticíferos, encontrados aqui em grande quantidade, são estruturas secretoras internas que contêm um fluido denominado látex que, geralmente, é mantido sob pressão em células vegetais vivas (AGRAWAL; KONNO 2009). O látex pode conter hidrocarbonetos poliisoprênicos (borracha), triterpenos, ácidos graxos, aminas, fitoesteróis e alcaloides, entre outros compostos (MAUSETH, 1978). Sabe-se que o látex possui funções de proteção contra herbívoros e microorganismos, e de selar ferimentos (FAHN, 1990; FARREL et al., 1991). Em *Apocynaceae*, o látex tem importância devido à proteção que propicia o sucesso das espécies nos diversos ambientes, como proposto por Farrell et al. (1991). Para o ser humano, o látex pode ser prejudicial, já que pode induzir reações alérgicas (LOFFI M'RAIHI et al., 1991), no entanto, *Euphorbia tirucalli* L. (*Euphorbiaceae*), que contém grande quantidade da substância, é bastante utilizada na medicina popular, devido às suas atividades terapêuticas (PRABHA et al., 2008; BATISTA et al., 2014). Na composição do látex, aqui verificada, foi detectada a presença de três substâncias, mucilagens, lipídios e compostos fenólicos.

As mucilagens, detectadas pelo azul de toluidina, estão geralmente presentes em frutos e são compostas por três tipos de polissacarídeos, pectinas, celulose e hemicelulose (KREITSCHITZ et al., 2021). Para as plantas, as mucilagens são importantes devido às suas propriedades adesivas, o que auxilia no ancoramento de diásporos ao solo ou ao ligamento no corpo de animais, facilitando sua dispersão por várias distâncias. Além disso, a mucilagem é importante em plantas que habitam estepes, semidesertos ou *habitats* perturbados, uma vez que a capacidade de produzir o envelope mucilaginoso tem uma vantagem adaptativa em ambientes áridos (CHALANNAVAR; MALABADI, 2021). A mucilagem derivada de plantas, devido às suas propriedades tanto para a saúde humana (anticancerígena, inibição da enzima conversora de angiotensina se estende ao diabetes e estimulação da imunidade) quanto para a alimentação, é amplamente utilizada como ingrediente ativo para a formulação de produtos farmacêuticos, como para a produção de suplementos funcionais (BANGAR; WHITESIDE, 2021).

Em relação aos lipídios, estes são um importante componente da fluidez e funcionalidade da membrana celular. Lipídios neutros servem como armazenamento de energia e constituintes da estrutura da membrana e podem aumentar sua integridade e funcionalidade (OLADIJI et al., 2010). Para fins medicinais, os lipídios em *Musa paradisiaca* têm sido utilizados para fins medicinais, como, por exemplo, no consumo da fruta como alimento. Também, o suco das folhas é utilizado no tratamento de feridas frescas, cortes e picadas de insetos, enquanto as folhas atuam como abortivas. A seiva da planta é usada como remédio para diarreia, disenteria, histeria e epilepsia. Uma infusão fria da raiz é utilizada para tratar doenças venéreas e anemia. Além disso, a fruta tem sido usada como antiescorbútico, afrodisíaco e diurético (AZIZ et al., 2020; IMAM; AKTER, 2011).

Compostos fenólicos, encontrados em muitas plantas, apresentam diversas funções de defesa, não somente contra agentes do meio ambiente (luz, temperatura e umidade), mas para fatores internos, incluindo alterações genéticas, produção de nutrientes e hormônios, (AHERNE; O'BRIEN, 2002; BURNS et al., 2001; KÄHKÖNEN et al., 2001; SELLAPAN et al., 2002; SLUIS et al., 2001). Possuem atividade antioxidante, principalmente devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, o que é muito importante para a saúde humana (ANTUNES; CANHOS, 1984; BRENNNA; PAGLIARINI, 2001).

Em relação à estrutura do fruto, Karamura *et al.* (2011) o descrevem com apenas um carpelo, enquanto, neste trabalho, foram observados três carpelos. Diante dessa informação, talvez, a melhor descrição encontrada na literatura para a morfologia desse fruto, até então, seja a encontrada em Souza (2006), na qual o autor o denomina musídio, fruto típico da família Musaceae. Segundo o autor, esse fruto é simples carnosos, tricarpelar e trilobular, como o que foi apresentado neste trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou não só a estrutura morfoanatômica e composição histoquímica do fruto de alguns exemplares do gênero *Musa*, como também revelou que a estrutura dos “fiapos”, popularmente denominados como floema ou feixes de floema, não passa de um mito concebido pelo conhecimento não científico.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, A.A.; KONO, K. A Model for understanding mechanisms, ecology, and Evolution of plant defense against herbivory. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 311-331, 2009.
- AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.
- ANGYALOSSY, V.; SOFFIATI, P. Floema: tipos celulares e aspectos do desenvolvimento. In: EVERT, R.F. **Anatomia das Plantas de Esau - meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2013. p. 435-488.
- ANTUNES, A. J.; CANHOS, V. **Aditivos em Alimentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1984.
- AZIZ, A.S.M. et al. Antihyperglycemic effects and mode of actions of *Musa paradisiaca* leaf and fruit peel hydroethanolic extracts in nicotinamide/streptozotocin-induced diabetic rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-15, 2020.
- BANGAR, S.P.; WHITESIDE, W.S. Nano-cellulose reinforced starch bio composite films - a review on green composites. **International Journal of Biological Macromolecules**, v, 185, p. 849-860, 2021.
- BATISTA, E.K.F. Avaliação do efeito de formulações com o látex da *Euphorbia tirucalli* na terapêutica tópica de feridas cutâneas: aspectos clínicos e histopatológicos. **Medicina Veterinária**, v.8, n.2, p.1-11, 2014.
- BRADDOCK, R.J. Importance of byproducts to citrus juice processing. **Fruit Process**, v. 14, p. 310-313, 2004.
- BRENNA, O.V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4841-4844, 2001.
- BUKATSCH, F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 8, p. 255, 1972.
- BURNS, J. et al. Extraction of phenolics and changes in antioxidant Activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 12, p. 5797-5808, 2001.
- CHALANNAVAR, R.; MALABADI, R.B. Natural plant gum exudates and mucilage: pharmaceutical updates. **International Journal of Innovation Scientific Research and Review**, v. 03, n. 10, p.1897-1912, 2021.

- FAHN, A. **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1990, 534 p.
- FARRELL, B.D.; DUSSOURD, D.E.; FARREL, MITTER, C. Escalation of plant defense: do latex and resin canals spur plant diversification? **The American Naturalist**, v. 138, n. 4, p. 881-900, 1991.
- FREITAS, M.C.J.; TAVARES, D.Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (AAA-NANICÃO E AAB-TERRA). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 217-222, 2005.
- HOFTE, H.; PEAUCELLE, A. BRAYBROOK, S. Cell wall mechanics and growth control in plants: the role of pectins revisited. **Frontiers in Plant Science**, v. 3, p. 1-6, 2012.
- IMAM, M. Z.; AKTER, S. *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L.: a phytochemical and pharmacological review. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 1, n. 5, p. 14-20, 2011.
- IZIDORO D. R. Granules morphology and rheological behavior of green banana (*Musa cavendishii*) and corn (*Zea mays*) starch gels. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1443-1448, 2007.
- JENSEN, W.A. **Botanical Histochemistry**. San Francisco: Freeman, 1962, 264 p.
- JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940, 523 p.
- KAEMMER, D. et al. Oligonucleotide and amplification fingerprinting of wild species and cultivars of banana (*Musa* spp.). **Bio/Technology**, v.10, p.1030-1035, 1992.
- KÄHKÖNEN, M.P.; HOPIA, A.I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 8, p. 4076-4082, 2001.
- KARAMURA, D.; KARAMURA, E.; BLOMME, G. 2011. General Plant Morphology of *Musa*. In: PILLAY, M.; TENKOUANO, A. **Banana Breeding – Progress and Challenges**. 1 ed. CRC Press: Boca Raton, 2011. p.1-20.
- KREITSCHITZ, A.; KOVALEV, A.; GORB, S.N. Plant seed mucilage as a glue: adhesive properties of hydrated and dried-in-contact seed mucilage of five plant species. **International Journal of Molecular Science**, v. 22, n. 3, p. 1443, 2021.
- LIN, F.; MINGYUANGANGHAO, M.; JUNGE, X. Molecular phylogeny and systematics of the banana family (Musaceae) inferred from multiple nuclear and chloroplast DNA fragments, with a special reference to the genus *Musa*. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 57, n. 1, p. 1-10, 2010.
- MAUSETH, J.D. The structure and development of an unusual type of articulated laticifer in *Mammillaria* (Cactaceae). **American Journal of Botany**, v. 65, n. 4, p. 375-489, 1978.
- MRAIHI, L., CHARPIN, D., PONS, A., BONGRAND, P., & VERVLOET, D. Cross-reactivity between latex and banana. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 87, n. 1, p. 129-130, 1991.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, p. 367-373, 1964.
- OLADIJI, A.T.; ABODUNRIN, T.P.; YAKUBU, M.T. Toxicological evaluation of *Tetracarpidium conophorum* nut oil-based diet in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 3, p. 898-902, 2010.

PRABHA, M.N. et al. Studies on anti-inflammatory and analgesic activities of *Euphorbia tirucalli* L. latex. **International Journal of Chemical Sciences**, v. 6, p. 1781–1787, 2008.

PILINIK, W.; VORACEN, A.G.J. Pectic substances and enzymes during ripening and storage of Keitt mangoes. In: HULME, A.C. **The Biochemistry of Fruits and Their Products**. London: Academic Press, 1970. 1(53).

SAKAI, S. et al. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 10, p. 1414–1436, 1999.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 8, p. 2432-2438, 2002.

SHARROCK, S. Collecting the *Musa* gene pool in Papua New Guinea. In: GUARINO, L.; RAO, V.R.; REID, R. **Collecting Plant Genetic Diversity**. CAB International: Wallingford, 1998. p.647-658.

SHARROCK, S.; LUSTY, C. **Nutritive value of banana**. In: INIBAP Annual Report Montpellier (FRA), 2000, p. 28-31.

SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **Linnean Society of Botanical Journal**, v.55, p.302-312, 1955.

SLUIS, C.V.D.; TRAMPER, J.; WIJFFELS, R.H. Enhancing and accelerating flavour formation by salt-tolerant yeasts in Japanese soy-sauce processes. **Trends in Food Science & Technology**, v. 12, n. 9, p. 322-327, 2001.

SOUZA, L.A. **Anatomia do Fruto e da Semente**. Ponta Grossa, PR: Editora UEPG, 2006, 200 p.

SUNANDAR, A.; KAHA, A. P. Morphological and anatomical characteristic of pisang awak (*Musa paradisiaca* cv. *Awak*) in West Kalimantan. **Biosaintifika**, v. 9, p. 579-584, 2017.

TAMAKI, Y. et al. Isolation and structural characterisation of pectin from endocarp of *Citrus depressa*. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 352-361, 2008.

TRIPATHI, S.K.; MISHRA, T. Antioxidant, antibacterial analysis of pectin isolated from banana peel and its application in edible coating of freshly made mozzarella cheese. **Asian Food Science Journal**, v. 20, n. 7, p. 82-92, 2021.