

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MORFOLÓGICA DAS FIBRAS DO PSEUDOCAULE DA BANANEIRA (*MUSA SPP.*) PARA REFORÇO EM NOVOS MATERIAIS COMPÓSITOS

A. L. S. Pereira (1); J. P. A. Feitosa (1); M. F. Rosa (2); M. S. M. Souza (2); J. P. A. Morais (2)

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Centro de Tecnologia, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará (UFC), Bloco 714, CEP 60455-900, Fortaleza, Ceará, Brasil

(1) UFC; (2) EMBRAPA CNPAT; (3) EMBRAPA CNPA

RESUMO

Neste trabalho o pseudocaule foi dividido em quatro diferentes frações para análise de sua composição química e morfologia: parte externa (E), de lâminas esverdeadas e abertas; parte interna (I), de lâminas amareladas e abertas; parte central (C), de lâminas brancas, frágeis e concêntricas; e palmito (P), uma peça inteiriça fibrosa, frágil e de cor branca. Observou-se um aumento dos conteúdos de extrativos e uma queda no percentual de lignina. O grupo EI possui menor umidade e cinzas que o grupo CP, mas um conteúdo maior de holocelulose. A morfologia das amostras foi analisada por MEV. O grupo EI possui fibras compactadas em grandes feixes. O grupo CP também possui tal configuração, mas exibe fibras mais estreitas semelhantes a tubos. Desse modo, o grupo EI tem função estrutural e que o grupo CP tem função de transporte de nutrientes, e que o primeiro deve ser utilizado para incorporação em materiais compósitos.

Palavras-chave: pseudocaule, frações, holocelulose, fibras.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional demanda um aumento expressivo do setor agrícola, que por sua vez leva à geração de muitos resíduos. O foco atual é o reaproveitamento desses resíduos e coprodutos como matéria-prima para novos materiais^(1,2). O Brasil apresenta várias fontes lignocelulósicas que se enquadram

nesse campo, principalmente aquelas obtidas após a colheita de lavouras de commodities como cana-de-açúcar, algodão e banana⁽³⁾. No caso da cultura da banana, há uma grande geração de resíduos, estimada em 200 t/ha/ano⁽⁴⁾, que incluem o pseudocaule e as folhas, que geralmente são incorporados ao solo, como cobertura morta para manter a umidade e evitar a erosão, controlar ervas daninhas e servir de fonte de nutrientes para o próprio campo. Caso não haja um controle ou manejo correto, tais resíduos tornam-se fonte de efluentes danosos ao ambiente e abrigo para animais peçonhentos⁽⁵⁾. Nesse contexto, o aproveitamento dos resíduos da bananicultura surge como alternativa atraente tanto do ponto de vista agrônomo quanto ambiental. No mercado interno brasileiro as variedades Prata, Prata Anã e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil⁽⁶⁾. Estima-se que a área plantada mundial de bananas é 4.771.944 ha, e a do Brasil, de 486.991 ha, em 2010⁽⁷⁾.

Fibras de origem vegetal são renováveis e biodegradáveis, mas são muito difíceis de misturar a matrizes poliméricas⁽⁸⁾. Neste caso, outros componentes lignocelulósicos podem ajudar na fixação, ou causar fissuras devido à decomposição⁽⁹⁾. Neste ponto a caracterização da fibra é essencial para a escolha da matriz a ser incorporada. O objetivo principal do presente trabalho foi obter informações quanto à composição química e a morfologia ao longo de diferentes frações do pseudocaule da bananeira, cultivar Pacovan.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As amostras de pseudocaule da bananeira (*Musa spp.*), cultivar Pacovan, foram coletadas do Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical no município de Paraipaba, Ceará, Brasil. As amostras foram cortadas logo após a colheita do fruto, e armazenadas em câmara fria (10°C) até o processamento.

Os reagentes utilizados foram todos de grau analítico: NaOH 97% (m/m), CH₃COOH 99.7% (m/m) e H₂SO₄ 98% (m/m) foram oriundos de Vetec Química Fina LTDA (Duque de Caxias, RJ, Brasil), enquanto o NaClO₂ 80% (m/m) foi adquirido de Sigma-Aldrich (Saint Louis, MO, EUA). Todos os reagentes foram utilizados sem purificação adicional.

Preparação das amostras

Uma seção do pseudocaule da bananeira foi reservada para determinar a percentagem, em massa, de cada parte. O resto do material foi separado, lâmina por lâmina, e depois classificado visualmente em quatro frações (Fig. 1 e 2): central, parte interna e palmito. Essa classificação visual tomou por base características que se repetiam para cada fração: parte externa (E) apresentava lâminas mais abertas e coloração esverdeada; parte central (C) também com lâminas abertas, mas com coloração amarelo-creme; parte interna (I) constituída de lâminas concêntricas e mais claras que a central e o palmito (P), branco, formado por uma única peça, que contém material fibroso como um feixe de fios macios.



Figura 1: lâminas do pseudocaule da bananeira, parte externa (à esquerda) e parte central (à direita)



Figura 2: lâminas do pseudocaule da bananeira, parte interna (à esquerda) e palmito (à direita)

Cada fração foi cortada em peças de 10x3 cm, sendo a parte maior na direção da fibra, seca em estufa com circulação e renovação de ar a 60°C por dois dias e processada em um moinho de facas Willey.

O percentual de umidade, cinzas e extrativos das fibras foi determinado de acordo com TAPPI T 550 om-03 (2008), TAPPI T 413 om-93 (1993) e TAPPI T 204 cm-97 (1997), respectivamente. O conteúdo de hemicelulose e alfacelulose foi determinado de acordo com Yokoyama et al. (2002). Na determinação de lignina de Klason, foi utilizada a norma TAPPI T 222 om-22 (2002c), com modificações.

A microscopia eletrônica de varredura das fibras foi realizada em um equipamento Zeiss DSM-940A após metalização com ouro em um metalizador K 550 Emitec. A análise foi realizada a 30 kV na modalidade SEI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das fibras do pseudocaulo

A percentagem em massa de cada fração foi determinada como a parte externa representando 41.3%, a parte central 27.2%, a parte interna 20.6% e o palmito 10.9%. As caracterizações lignocelulósicas de cada parte estão expressas na Fig. 3.

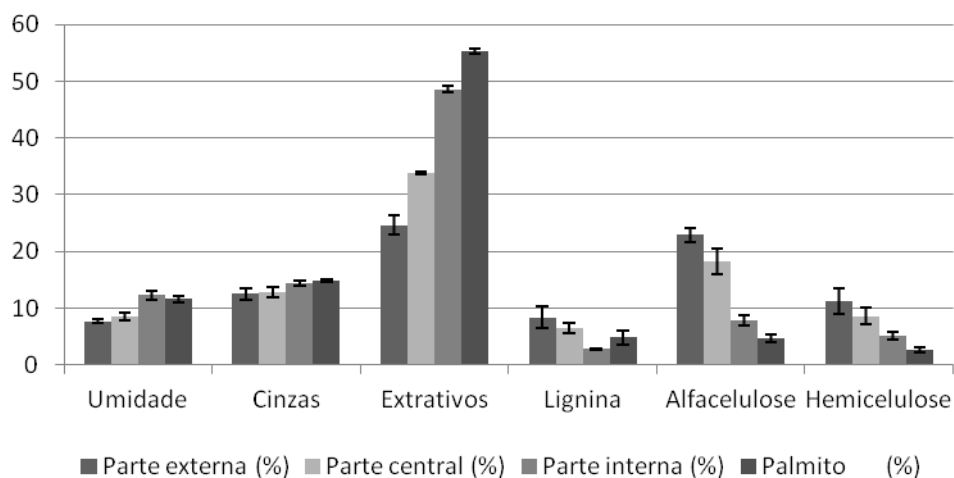


Figura 3: Composição química das diferentes frações do pseudocaulo da bananeira.

De um modo geral, as frações apresentam características químicas diferentes. Da parte mais externa até o palmito, o conteúdo de umidade, cinzas e extrativos aumenta, ao passo que o de lignina, alfacelulose e hemicelulose diminuem. Foi possível observar também semelhanças entre algumas frações, o que permitiu o seguinte agrupamento: grupo EC, composto pela parte externa e a central, e grupo IP, representado pela parte interna e o palmito. O grupo EC possui alto conteúdo de

alfacelulose, hemicelulose e lignina, e baixo teor de extrativos, em comparação ao grupo IP. Além disso, o grupo IP apresenta mais umidade e mais cinzas do que o grupo EC. Jayaprabha et al.⁽¹⁰⁾ relataram comportamento semelhante quanto à lignina e às cinzas.

A soma dos teores para cada fração está entre 87 – 93%. Satyanarayana et al.⁽¹¹⁾ reportaram que não é incomum que os teores das caracterizações químicas de fibras de pseudocaule da bananeira somados cheguem a 100%, onde foi reportado um total de 80% e atribuem à: perda de proteínas, açúcares e polissacarídeos durante o isolamento da celulose; sobreposição de resíduos de algum constituinte, tal como a lignina, no teor de celulose ou cinzas; nitrogênio ou outros materiais nos extrativos; impurezas nas proteínas ou produtos de degradação de polissacarídeos na lignina; e presença de óleos/graxas e outros componentes não quantificados.

As diferenças e semelhanças podem ser atribuídas pelo fato do grupo EC servir como estrutura de sustentação da planta enquanto o grupo IP atua como estrutura de transporte de nutrientes^(12, 13).

Análise da microscopia eletrônica de varredura

A morfologia das fibras foi analisada através das micrografias das fibras secas. A parte externa (Fig. 4a) é recoberta por uma camada de material não celulósico ou amorfo⁽¹⁴⁾. A parte central (Fig. 4b) é semelhante à parte externa, com um feixe recoberto de material não celulósico. Em ambos os casos, existem fissuras ao longo de uma única direção.

Na parte interna (Fig. 4c), junto dos feixes de fibras recobertos com material não celulósico, notam-se estruturas semelhantes a tubos. As mesmas estruturas são encontradas em maior quantidade no palmito (Fig. 4d). Li et al.⁽¹⁵⁾ reportaram estruturas semelhantes, referidas como fibras estreitas, que ajudam no transporte de água e contribuem para a resistência a intempéries ambientais. Assim, as fibras estreitas são diferentes dos feixes já citados, chamados de fibras elementares, presente em todas as frações.

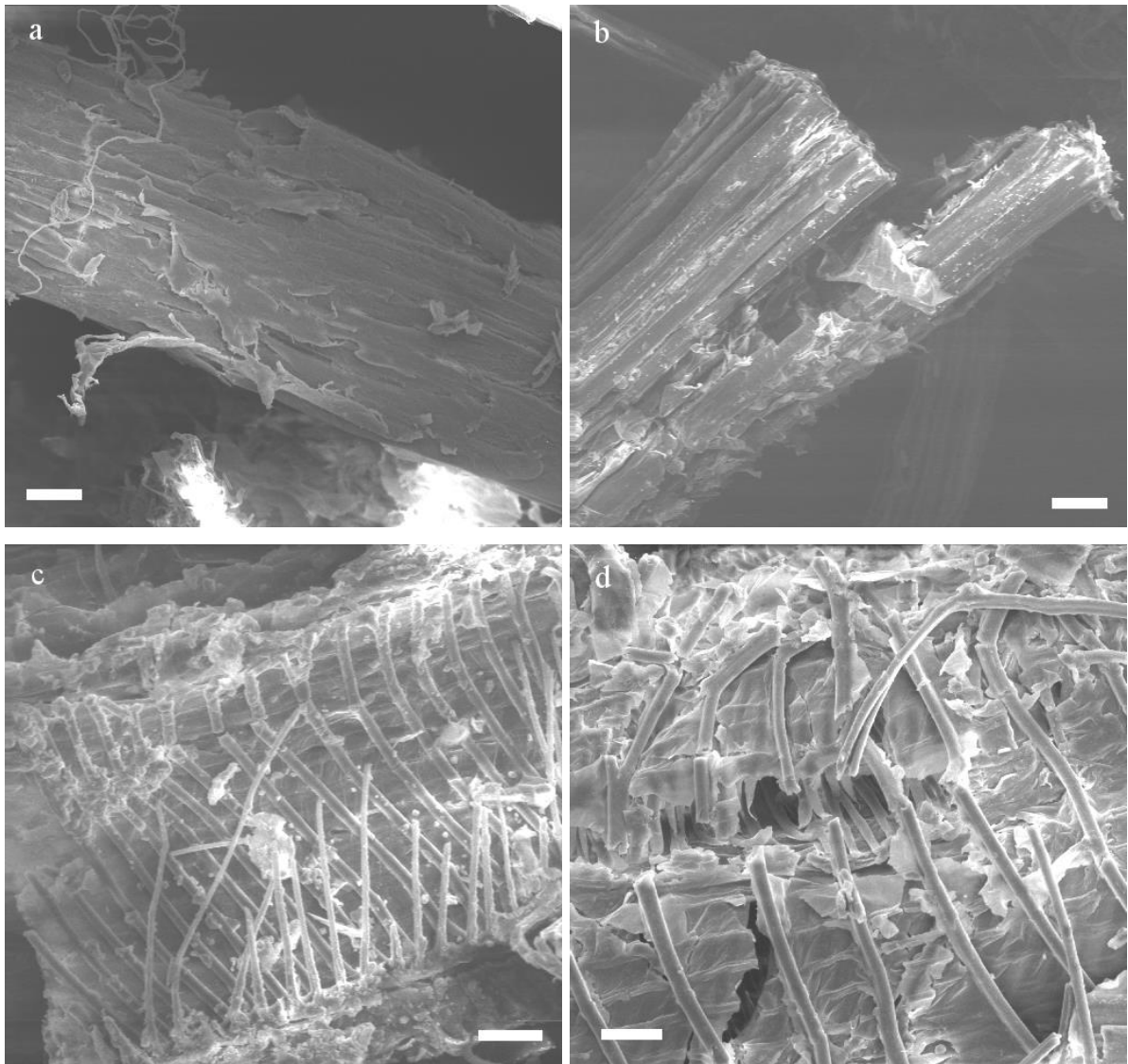


Figura 4: Micrografias das frações: (a) parte externa (200x50 μ m), (b) parte interna (200x50 μ m), (c) parte central (500x20 μ m) e (p) palmito (500x20 μ m).

CONCLUSÃO

As frações analisadas do pseudocaule da bananeira exibem diferenças estruturais e químicas, possibilitando a separação em dois grupos distintos. As partes mais externas possuem um alto conteúdo celulósico em comparação com as demais frações, e são compostas de fibras elementares. As partes mais internas existem como fibras elementares e fibras estreitas, estas que ajudam no transporte de nutrientes, justificando o alto conteúdo de extrativos.

Dependendo do macrocomponente a ser extraído, pode-se selecionar a fração do pseudocaule da bananeira mais adequado para esse trabalho. Assim, as frações

mais externas são uma fonte potencial de celulose, lignina e hemicelulose, enquanto as frações internas são uma fonte de extrativos, minerais e água.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Ana Cassales, Analista do Laboratório de Tecnologia da Biomassa da Embrapa CNPAT, pelas micrografias; a Lílian Chain, Assistente do Laboratório de Tecnologia da Biomassa da Embrapa CNPAT, pelo apoio durante as caracterizações químicas.

REFERÊNCIAS

1. Hubbe, M. A., Rojas, O. J., Lucia, L. A., Sain, M., 2008. Cellulosic nanocomposites: a review. *BioResour.*, 3, 929-980.
2. Lavoine, N., Desloges, I., Dufresne, A., Bras, J., 2012. Microfibrilated cellulose – Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydr. Polym.* 90, 735-764.
3. Satyanarayana, K. G., Guimarães, J. L., Wypych, F., 2007. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. *Compos. Part A*, 38, 1694–1709.
4. Moreira, R.S., 1987. *Banana: teoria e prática de cultivo*. Campinas: Fundação Cargill. 335.
5. Soffner, M.L.A.P., 2001. *Produção de polpa celulósica a partir do engaço de bananeira*. Dissertação (Mestrado em Economia Doméstica) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz.
6. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrigada/cultivares.htm>. Sistema de produção da bananeira irrigada: cultivares. Embrapa Semiárido, *Sistemas de Produção*, v.4. ISSN 1807-0027, jul. 2009. Acesso em 07/02/2012 às 20:05.

7. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. FAOSTAT. Acesso em 17/08/12 às 17:34.
8. John, M. J., Thomas, S., 2008. Biofibres and biocomposites. *Carbohydr. Polym.* 71, 343-364.
9. Ioelovich, M., 2008. Cellulose as a nanostructured polymer: a short review. *BioResour.*, 3, 1403-1418.
10. Jayaprabha, J. S., Brahmakumar, M., Manilal, V. B., 2011. Banana Pseudostem Characterization and Its Fiber Property Evaluation on Physical and Bioextraction, *Jour. of Nat. Fib.*, 8, 149-160.
11. Satyanarayana, K.G., Guimarães, J.L., Frollini, E., da Silva, C.G., Wypych, F., 2009. Characterization of banana, sugarcane bagasse and sponge gourd fibers of Brazil. *Ind. Crops and Prod.*, 30 , 407–415.
12. Coelho, R. R. P., Mata, M. E. R. M. C., Braga, M. E. D., 2001. Alterações dos componentes nutricionais do pseudocaule da bananeira quando processado visando sua transformação em palmito. *Rev. Bras. de Prod. Agroind.*, 3, 21-30.
13. Taiz, L., Zaiger, E., 2004. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 3 ed. 115.
14. Deepa, B., Abraham, E., Cherian, B.M., Bismarck, A; Blaker, J.J., Pothan, L.A.; Souza, S.F.; Kottaisamy, M., 2011. Structure, morphology and thermal characteristics of banana nanofibers obtained by steam explosion. *Bioresour. Technol.*, 102 , 1988–1997.
15. Li, K., Fu, S., Zhan, H., Zhan, Y., Lucia, L. A., 2010. Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana pseudostem. *Bioresour.*, 5, 576-585.

CHEMICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BANANA PSEUDOSTEM FIBERS (*MUSA SPP.*) FOR REINFORCEMENT IN NEW COMPOSITE MATERIALS

ABSTRACT

In this work, the pseudostem was divided into four different fractions for chemical composition and morphology analysis: the outside (E), with green and open blades; inner part (I), with yellowish and open blades; central part (C), with white, fragile and concentric blades; and palm (P), with a fibrous, fragile and white single piece. We observed an increase of extractives and a decrease in the percentage of lignin content. The EI group has less moisture and ash than the CP group, but a higher holocellulose content. The morphology of the samples was analyzed by SEM. EI group has fibers packed in large bundles. The CP group also has such configuration, but exhibits thin fibers, like a tube. Thus, the EI group has structural function and the CP group serves to nutrients transport, and the first must be used for incorporation into composite materials.

Keywords: pseudostem, fractions, holocellulose, fibers.