

AVALIAÇÃO DO BENEFICIAMENTO DO ENGAÇO DE BANANEIRA, *Musa sp*, PARA PRODUÇÃO DE POLPA CELULÓSICA

SOFFNER, M.L.A.P. ⁽¹⁾; SILVA JR, F.G.; ⁽²⁾; BRITO, J.O. ⁽³⁾; PEREIRA, L.L. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pós-graduanda em Ciência e Tecnologia de Madeiras-LCF/ESALQ/USP

⁽²⁾⁽³⁾ Docente-SQCE/LCF-ESALQ-USP

⁽⁴⁾ Graduanda em Engenharia Agrônômica-LER/ESALQ/USP

Palavras-chave: engaço, ráquis, beneficiamento, polpa celulósica, resíduo de bananeira.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de banana foi estimada em cerca de 58,3 milhões de t/ano, sendo a Índia o maior produtor, com 9 milhões de t/ano, e em 2º lugar encontrando-se o Equador com 7,5 milhões de t/ano. O Brasil ocupa a 3ª posição, com cerca de 6 milhões de t/ano (FAO, 1998).

No Brasil, cerca de 90% da produção de banana destina-se ao mercado interno, com a produção de frutas "in natura" e para fins industriais. No Estado de São Paulo a área cultivada é de aproximadamente 44.900 ha, sendo a espécie de banana mais difundida a *Musa cavendishii*, cultivar nanicão, a qual representa cerca de 70% do cultivo, compreendendo 31.430 ha (Arruda et al., 1993). Moreira (1987) estimou que um bananal conduzido de maneira convencional pode fornecer 200 t/ha/ano de restos de cultura, compreendendo engaço, folhas e pseudocaule (Figura 1).

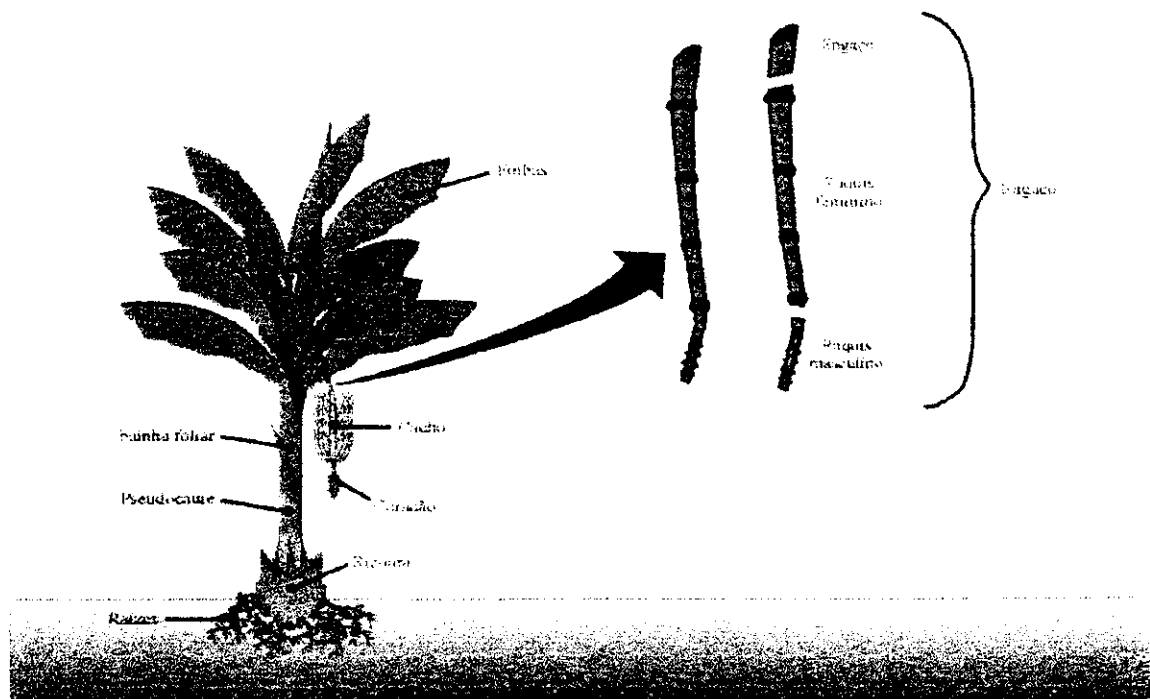


Figura 1: Partes da bananeira, *Musa sp*.

Os pseudocaules e as folhas normalmente são utilizados no solo como cobertura morta para manter a umidade e evitar a erosão, controlar as plantas daninhas e retornar os nutrientes, contribuindo com a redução dos custos de adubação. Gallo et al. (1972), consideram que os restos vegetais resultantes da colheita devem permanecer no bananal, como forma de disponibilizar matéria orgânica às plantas em período de desenvolvimento.

O engaço ou ráquis (conjunto formado por engaço, ráquis feminina e ráquis masculina) (Figura 1), constitui o pedúnculo que sustenta o cacho de frutas. A separação das pencas durante o processo de embalagem, seja nas casas de embalagem ou nos centros distribuidores, deixa como único resíduo o engaço. A disposição final do engaço gera sérios problemas ambientais e fitossanitários, devido ao seu grande volume e rápida degradação. Kruge et al. (1998) estimam que, de acordo com a densidade do bananal, pode-se ter de 3,14 a 6,30 t/ha/ano de engaço "in natura", da cultivar nanicão.

Os resíduos da bananeira frutífera cultivada, *Musa* sp, como o pseudocaulo, folhas e engaço têm sido utilizados para a produção artesanal de cordas, tapetes, chapéus, cestos, tecidos e papéis em vários países como o Brasil, a Costa Rica, o Equador e as Filipinas. Estudos têm sido realizados para caracterizar e verificar os potenciais de aplicação desses resíduos para produção de polpa celulósica e papel, incorporação à materiais de construção, produtos da indústria automotiva e artigos têxteis (Jarman et al., 1977; Iglesias et al., 1987; Garavello & Soffner, 1993; Blanco Rojas, 1996; Garavello et al., 1997; Nolasco et al, 1998; Soffner et al., 1998.).

A utilização do engaço da bananeira como fonte de fibras para produção de celulose representa uma solução potencial para a questão de gerenciamento ambiental deste material. A Costa Rica, um dos maiores exportadores mundiais de banana, tem utilizado o engaço como fonte de matéria-prima na produção de papéis de impressão na proporção de 10 % de fibra de engaço e 90 % de aparas, e também para produção de papéis artesanais (Garavello & Soffner, 1997).

2. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi avaliar o processamento do engaço de bananeira, *Musa* sp, verificando a sua adequação para a produção de polpa celulósica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Matéria-prima

Foram utilizados neste trabalho engaços de bananeira "in natura", *Musa cavendishii*, cultivar Nanicão, retirados após a colheita da fruta, no Município de Registro, Vale do Ribeira, SP.

Equipamento

Para a realização do trabalho foi utilizada ensiladora desintegradora com 3 facas e moinho de martelos, acionada por motor à diesel de 10 HP.

3.2. Métodos

3.2.1. Caracterização do engaço

Características morfológicas

Foram determinados os parâmetros: peso (kg), comprimento (m), diâmetros (m) (base, centro e topo) de 100 engaços "in natura". Os resultados foram expressos como a média, menor e maior valores, desvio padrão e coeficiente de variação.

Características anatômicas

Para a caracterização morfológica do engaço foram realizados cortes histológicos de acordo com Barbosa et al., 1999.

3.2.1. Beneficiamento primário do engaço

O engaço foi processado na ensiladora mecânica, sendo picado e resultando num material reduzido à pequenas partículas que foi denominado de "bagaço".

3.2.2. Caracterização do bagaço

O bagaço, resultante do processo de beneficiamento, foi seco ao ar livre e caracterizado para a produção de polpa celulósica.

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química do bagaço do engaço foi realizada através das análises de composição apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Análises físico-químicas e respectivos métodos

Análise		Métodos
Extrativos totais		Método SQCE/LCF/ESALQ/USP
Lignina		Método SQCE/LCF/ESALQ/USP
Holocelulose		Método SQCE/LCF/ESALQ/USP
Cinzas		ABCP P3 – 70
Solubilidade	Etanol	ABCP M6 – 68
	Alcool-tolueno	ABCP M6 – 68
	Água	ABCP M6 – 68
Teor de umidade		ABCP M2 - 71
Poder calorífico		ABNT NBR 8633 Out/84
Densidade aparente		Norma ABNT NBR 9165 Dez/85.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização morfológica e anatômica do engaço

Os dados referentes a caracterização morfológica do engaço estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Peso, comprimento, diâmetros do engaço de bananeira, cultivar Nanicão.

Parâmetros	Peso (g)	Comprimento (m)	Diâmetro (m)		
			Base	Centro	Topo
Média	1,48	0,99	0,06	0,05	0,03
Menor valor	0,53	0,59	0,04	0,03	0,02
Maior valor	2,62	1,29	0,07	0,06	0,04
Desvio Padrão	0,44	0,14	0,63	0,58	0,37
Coef. Variação	29,91	14,30	10,92	12,27	12,35

Morfológicamente o engaço apresenta em média 1 m de comprimento, podendo variar de 0,59 à 1,29m; seu diâmetro médio é de 0,05 m. Estes dados morfológicos mostram que devido as suas dimensões, a utilização do engaço em sua forma original no processo de polpação, implicaria em dificuldades na operação de alimentação de digestores e num baixo aproveitamento do volume útil.

Blanco Rojas (1996) apresentou o peso médio do engaço de 1,800 kg, para a mesma espécie, cultivar e procedência do material estudado nesse trabalho. Kruge et al. (1998) obtiveram o peso médio para o engaço de 2,26kg, relatando que o engaço representou 8 % do peso total do cacho, para a cultivar nanicão. Baseados nos dados de Kruge et al. (1998) e Arruda et al. (1993), pode-se estimar que a quantidade de engaço disponível no estado de São Paulo é de cerca de 4,72 t/ha/ano, totalizando aproximadamente 148.350 t/ano de engaço "in natura", que corresponde à 10.384 t/ha/ano de matéria seca.

A Figura 2 apresenta o corte transversal do engaço de bananeira, que apresenta os feixes fibrosos (1), as células de parênquimas (2) e vaso (3).

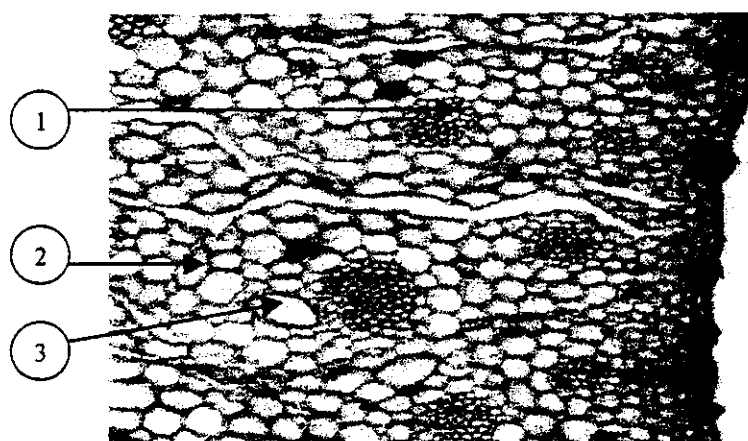


Figura 2: Corte transversal do engaço de bananeira, *Musa cavendishii*, cultivar nanicão.

Anatomicamente o engaço de bananeira apresenta estrutura típica das monocotiledôneas, com feixes vasculares entre grande quantidade de células parenquimáticas, que representam cerca de 70% , e as fibras cerca de 30% (Blanco Rojas, 1996).

O processamento mecânico de desagregação do engaço em ensiladora, resultou num material denominado de bagaço. A Tabela 3 apresenta aos dados das características físico-químicas do bagaço, comparativamente aos dados do engaço estudado por Blanco Rojas (1996).

Tabela 3: Resultados das análises químicas de composição do bagaço do engaço de bananeira, *Musa cavendishii*, cultivar Nanicão.

Análise		Bagaço (engaço)	Engaço ¹
Extrativos totais		47	44,2
Lignina		6,8	8,7
Holocelulose		46	33
Cinzas		0,20	0,23
Solubilidade	Etanol	12,7	-
	Álcool-tolueno	8,5	-
	Água quente	46,5	43,2
Teor de umidade (%)		92,45	93,6
Poder calorífico (kcal/kg)		3.157	3.296

¹ Fonte: Rojas, 1996

A análise dos resultados apresentados na Tabela 3 mostra que a composição química do bagaço e do engaço são bastante semelhantes. Tanto o engaço como o bagaço apresentaram grande quantidade de extrativos, compostos que apresentam efeito negativo sobre os processos químicos de polpação. O teor de cinzas é baixo, 0,23 para o engaço e 0,20 para o bagaço. O teor de lignina é baixo, 8,67% para o engaço e 6,86% para o bagaço, especialmente quando comparado à média obtida para madeiras, que é de 25%.

O poder calorífico superior do engaço foi de 3.157kcal/kg. Este valor pode ser considerado baixo quando comparado com a madeira de *Eucalyptus*, que apresenta um valor de 4.500 kcal, com umidade na faixa de 25 a 30%. A umidade do engaço "in natura", ao redor de 93%, é uma barreira para a sua utilização para queima direta. O bagaço com os valores aproximadamente iguais de poder calorífico e umidade tem como vantagem a maior facilidade de secagem, devido a redução de seu tamanho.

Tomando-se o bagaço como matéria-prima para produção de celulose, deve-se considerar a densidade aparente como uma importante propriedade de engenharia. A densidade aparente do bagaço "in natura" foi de 0,428 t/m³ e do bagaço seco foi de 0,032 t/m³. A baixa densidade aparente do bagaço implica em baixa produção de celulose por unidade volumétrica de digestor.

5. CONCLUSÕES

O engaço de bananeira, *Musa sp*, é considerado um resíduo certo e indesejado na atividade bananicultora. Seu aproveitamento implicará na minimização de impactos ambientais negativos.

O processamento mecânico do engaço realizado em ensiladora mostrou-se satisfatório, reduzindo-o à forma de bagaço sem alterar significativamente suas propriedades químicas.

O engaço na forma de bagaço apresenta como principais vantagens a maior facilidade de manuseio e alimentação dos digestores, bem como melhor aproveitamento do volume útil desse equipamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, S.T.; PÉREZ, L.H.; BESSA JUNIOR, A.A. A bananicultura no Vale do Ribeira: características dos sistemas de produção. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, 40 (1): 1-17, 1993.
- BARBOSA, A.C.F.; SOFFNER, M.L.A.P.; SILVA JR, F.G.; ZENID, G.J.; TOMAZELLO FILHO, M.; COSTA, A.D.C. Metodologia para preparo de cortes histológicos de materiais com elevado teor de umidade: aplicação para o engaço de bananeira. **Simpósio de Atualização de Técnicas de Microscopia UFPR Paraná - Santa Catarina, Curitiba-PR, Março/1999.**
- BENATTI JR, R. Rami: planta têxtil e forrageira. Fundação Cargil. Campinas, 1985.
- BLANCO ROJAS, M.L. **Beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira "Nanicão" (*Musa Grupo AAA, "Giant Cavendishii")*** – Dissertação de Mestrado na Área de Ciência e Tecnologia de Madeiras, do Departamento de Ciências Florestais, da ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 1996.
- FAO – Banana production. **Yearbook**. FAO, 1998. www.fao.gov.
- GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* cultivar nanicão). **Ciência e cultura**, 24 (1): 70-79, 1972.
- GARAVELLO, M.E.P.E; SOFFNER, M.L.A.P. VII Relatório do Projeto de Aproveitamento de Resíduos da Agroindústria da Banana no Vale do Ribeira- Área de Processamento Artesanal, p. 12 . Piracicaba, LED-ESALQ/USP/SCTDE-SP, 1993.
- GARAVELLO, M.E.P.E; SOFFNER, M.L.A.P. Relatório técnico do sub projeto: "Viabilidade de implantação de planta piloto de produção de papel especial com fibra de bananeira" – Projeto Nova Fronteira de Cooperativismo firmado entre ESALQ/USP e Ministério da Agricultura e do Abastecimento LED-ESALQ/USP. Abril/1997.
- GARAVELLO, M.E.P.E.; MOLINA, S.M.G.; SOFFNER, M.L.A.P.; PERCHES, V.E.M.; CORAZZA, A. P. A fibra de bananeira como matéria-prima no design Anais P & D Design'98

– 3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, PUC – Rio, 25 a 28 de outubro/1998, R.J. p. 0751 a 0758.

IGLESIAS, M.B.; DIAZ, S.D.; CRUZ, M.G.; SÁNCHEZ, M.T. Aprovechamiento de residuos de platanera. 1 Producción en las Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. **Revista Agroquímica. Tecnología de Alimentos**, 27(1), 1987.

JARMAN, C. G.; MYKOLUK, S.; KENNEDY, L.; CANNING, A.J. **Banana fibre. A review of its properties and small-scale extraction and processing** - Tropical Products Institute, London, 1977.

KLUGE, R.A.; VICTÓRIA FILHO, R.; SCARPARE FILHO, J.A. Densidade e sistema de espaçamento de bananeiras "nanicão" (*Musa* AAA subgrupo Cavendishii): produção de ráquis e relação ráquis/cacho. **Ciência Agrícola**, 1999.

MOREIRA, R.S. Bananas : teoria e prática de cultivo. Fundação Cargil, 1987.

NOLASCO, A.M.; SOFFNER, M.L.A.P.; NOLASCO, A.C.; Physical-mechanical characterization of banana fiber, *Musa cavendishii*, Nanicao variety. **Second International Symposium on Natural Polymers and Composites–ISNaPol/98**, p. 191-193, May, 10-13, 1998, Atibaia/SP.

SOFFNER, M.L.A.P.; NOLASCO, A.M.; NOLASCO, A.C.; MILAN, M. Mechanical extraction banana fiber– *Musa cavendishii*, Nanicao variety. **Second International Symposium on Natural Polymers and Composites–ISNaPol/98**, p.189-190, May, 10-13 1998, Atibaia/SP.