

## ESTUDO DA COMPOSIÇÃO DA PAREDE CELULAR E DA DIGESTIBILIDADE DE *Furcraea foetida* HAW *Agavacea* AO LONGO DE SEU DESENVOLVIMENTO VISANDO AVALIAR SEU POTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE BIOETANOL

Ailson Francisco dos Santos Lima (PIBIC/CNPq/UEM), Wanderley Dantas dos Santos (Orientador), e-mail: [limailson@hotmail.com](mailto:limailson@hotmail.com),  
[wdsantos@uem.br](mailto:wdsantos@uem.br)

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Biológicas/  
Departamento de Bioquímica/ Maringá, PR.

Colégio de Ciências da Vida/ Ciências Biológicas/ Ciências Biológicas I

**Palavras-chave:** Potencial bioenergético, Agavecultura, Sacarificação.

### Resumo

No Brasil, a cana-de-açúcar domina o cultivo agrícola voltado à produção de bioetanol. No entanto, trabalhos recentes vêm discutindo a viabilidade da utilização de outras matérias primas para a produção de bioetanol, sobretudo na esfera internacional. A biomassa lignocelulósica tem grande potencial de contribuir para atender a demanda por combustíveis líquidos, por apresentar grande densidade energética e por seu status de dejetos que não oferece competição com a produção de alimentos. Entretanto, requisitos de uso de terra e processamentos ineficientes representam obstáculos para o uso imediato da lignocelulose em larga escala. Estudos recentes demonstraram o potencial bioenergético de plantas do gênero *Agave*. *Agave sisalana* é a única espécie do gênero cultivada comercialmente no país. Seu cultivo se concentra na região Nordeste e objetiva, principalmente, a obtenção de fibras. *Furcraea* é outro gênero da família *Agavacea*, porém não existem estudos que definam o potencial bioenergético de plantas desse gênero. Estas plantas são bem adaptadas às diversas regiões do país, apresentam alta eficiência no uso da água e baixo requerimento de fertilizantes podendo apresentar produtividade similar a da cana-de-açúcar. Assim, neste projeto propõem-se a caracterização da parede celular da *Furcraea foetida* bem como de seus carboidratos solúveis e sacarificação a fim de se determinar o seu potencial para a produção de bioetanol.

### Introdução

*Furcraea foetida*, *Agave foetida*, ou, *Furcraea gigantea* tem sua distribuição original desde o sudeste da América Central até o norte da América do Sul. Apresenta características como a competição com outras plantas por nutrientes e espaço físico, reprodução por brotamento (MOTOOKA et al., 2003), longos períodos de floração e frutificação, pioneirismo, adaptação a áreas degradadas, eficiência no sucesso reprodutivo. *F. foetida* apresenta uma conformação estrutural em roseta foliar cujo comprimento pode alcançar de 2,5 a 4,0 m de diâmetro (PIRANI &

CORDEIRO, 2002). Por se tratar de uma espécie monocárpica, após a formação da inflorescência na roseta foliar inicia o processo de senescência (SARMENTO, 2013). Sua reprodução é essencialmente via clonal e acontece por meio de um mecanismo raro denominado pseudoviviparidade onde ocorre a produção de estruturas vegetativas em locais de estruturas reprodutivas. Essa espécie como outras do gênero possui o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) pelo qual fixa CO<sub>2</sub> durante a noite e incorpora carboidratos durante o dia, evitando a fotorrespiração. A biomassa celulósica tem o potencial de contribuir para atender a demanda por combustível líquido, mas os requisitos de uso de terra e processos ineficientes representam obstáculos para o desenvolvimento em larga escala de tecnologias de biomassa em biocombustíveis. No Brasil, o cultivo de cana-de-açúcar para obtenção de bioetanol é dominante no mercado interno. Contudo, um dos principais problemas com a produção de bioetanol é a disponibilidade de matérias-primas, que pode variar consideravelmente ao longo do ano dependendo da localização geográfica. A eficiência no uso de água (EUA) é um parâmetro relevante dado que o uso da água dos lençóis freáticos para a irrigação é geralmente não sustentável. As gramíneas C<sub>4</sub>, como a cana-de-açúcar, possuem uma boa EUA podendo crescer onde não há excesso de chuvas. As plantas CAM, como as *Agave spp.*, por sua vez, possuem uma elevada EUA podendo crescer em regiões semiáridas e áridas. Espécies desse gênero podem apresentar em média produção de etanol comparável à cana com menor necessidade de adubação (SOMERVILLE et al, 2010).

### **Materiais e métodos**

As folhas de plantas de 0,5, 1, 2, 3, ~6 e ~7 anos foram coletadas, trituradas, secas e acondicionadas em câmara fria (4°C) até o momento das análises. Para a determinação do teor de lignina e a composição monomérica da lignina, utilizou-se uma série de tampões e solventes para remoção dos interferentes. Para a análise de teor de lignina realizou-se a reação com acetilbromida e hidroxilamina-HCl, liberando resíduos de lignina no sobrenadante que foram analisados em espectrofotômetro a 280nm. Para a determinação monomérica da lignina realizou-se a oxidação da biomassa seca com nitrobenzeno e NaOH, seguida da separação em fases com clorofórmio, evaporação rotativa da fase clorofórmica e análise em HPLC. Para a quantificação de ácidos hidroxicinâmicos esterificados à parede celular realizou-se a remoção de extratos solúveis em metanol, a saponificação com NaOH e a separação de fases com éter etílico, sendo a fração etérea rotaevaporada para a análise em HPLC. Para os ensaios de digestibilidade utilizou-se uma solução de álcool etílico para extração dos açúcares solúveis, que foram armazenados para as análises de açúcares solúveis totais pelo método de fenol-sulfúrico, a biomassa isenta de açúcares solúveis foi então digerida com um coquetel enzimático contendo xilanases, celulases e glicosidases, sendo adicionado volume para se obter 20 U de celulase em todas as amostras. Os açúcares redutores liberados foram quantificados pelo método da redução do ácido 3,4-dinitrosalicílico.

Para determinar significância das diferenças entre as amostras foi realizado o teste de Newman-Keuls com  $P \leq 0,05$  utilizando o programa GraphPad Prism® (Versão 6.00) e os valores foram expressos como a média dos experimentos independentes  $\pm$  erro padrão da média.

## Resultados e Discussão

As análises da composição da parede celular (PC) de *F. foetida* revelaram um baixo teor de lignina (Figura 1) e apresentaram uma maior razão Siringil/Guaiacil (S/G) (Figura 2), em todas as idades estudadas, quando comparadas a biomassa de cana, curiosamente a planta em MI, referente a uma planta em reprodução (madura) apresentou o maior teor de lignina e a maior razão S/G nas folhas, podendo representar um reflexo da mudança na estrutura da parede celular da planta em reprodução devido à formação da inflorescência (8 – 12 metros de altura). *F. foetida* apresentou conteúdo de ácido ferúlico e *p*-cumárico (Figura 3) similares aos encontrados em paredes celulares do tipo I (PC I), que se apresentam com conteúdos inferiores aos de plantas com PC II, como a cana. A composição da PC de *F. foetida* indica uma baixa recalcitrância, quando comparada à composição de PC de cana. Os extratos solúveis em etanol de cana apresentaram uma maior quantidade de açúcares solúveis totais (AST), contudo, as *Agavaceas* em JIII e AII apresentaram quantidades aproximadas à 60% do valor de AST médio de cana (Figura 4). A caracterização da PC de *F. foetida* corrobora os resultados dos ensaios de sacarificação enzimática (digestibilidade), que foram maiores nas plantas em AI e AII quando comparados à cana (Figura 5), sabendo-se que a proporção de xilanase (~100U) para celulase (20U) no coquetel utilizada era 5 vezes maior. Ensaios estes realizados sem nenhum tipo de pré-tratamento.

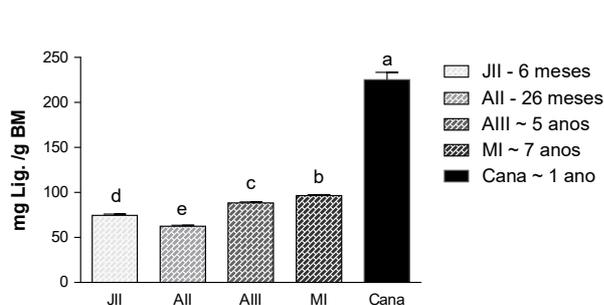


Figura 1. Teor de lignina.

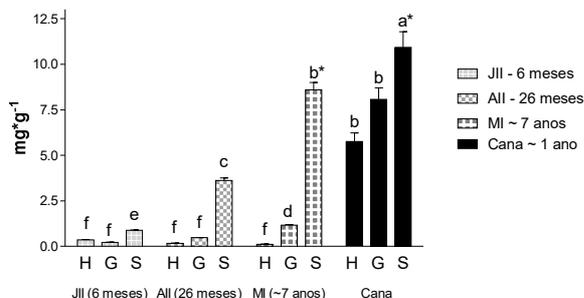


Figura 2. Conteúdo de monolignóis.

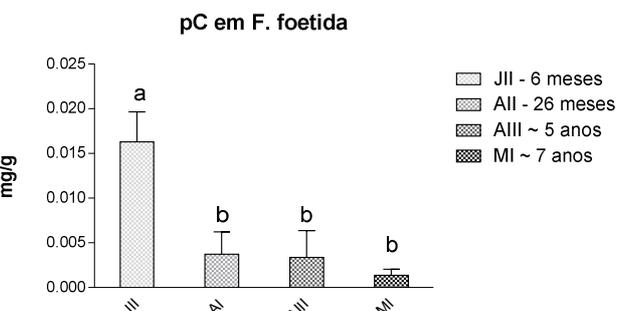
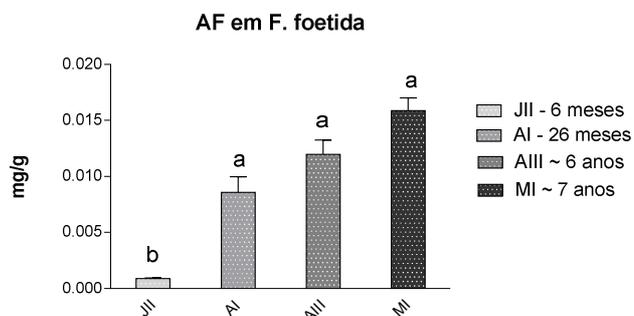


Figura 3. Hidroxicinamatos esterificados à parede celular

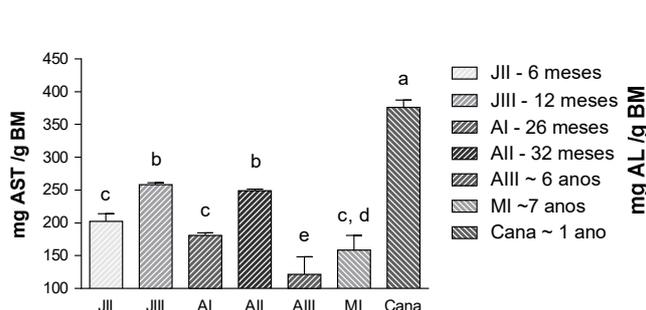


Figura 4. Açúcares solúveis totais.

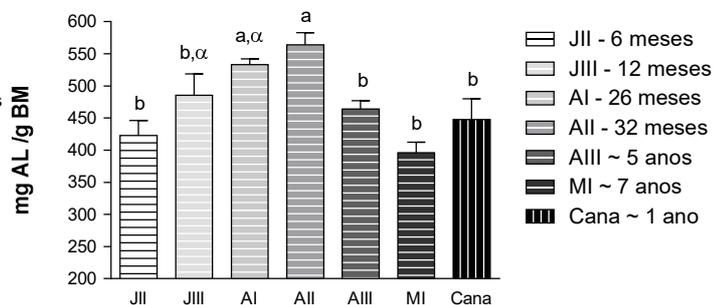


Figura 5. Digestibilidade em 24h.

## Conclusões

Em todas as idades, as plantas apresentaram baixo teor de lignina, baixas quantidades de hidroxicinamatos esterificados e uma alta razão S/G. Nas condições do ensaio realizado, a biomassa lignocelulósica de *F. foetida* apresentou maior sacarificação em 24h comparada à cana. As análises indicam um bom potencial de *F. foetida* como biomassa alternativa para a produção de bioetanol. Contudo novos estudos serão necessários para ratificar os dados iniciados neste trabalho.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro e a toda a equipe do Bioplan pela ajuda nos trabalhos desenvolvidos.

## Referências

MOTOOKA, P. *et al.* **Weeds of Hawai'i's Pastures and Natural Areas: An Identification and Management Guide.** College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i, Mānoa, 2003.

PIRANI, J.R.; CORDEIRO, I. Agavaceae, p.7-8. *In:* Wanderley M.G.L.; Shepherd, G.J. & Giulietti, A.M.(Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** FAPESP: HUCITEC, São Paulo. V.2, 2002.

SARMENTO, A. S. M.; BARBOSA, C.; CASTELLANI, T. T.; HANAZAKI, N. Interferência Humana no Estabelecimento e Distribuição de *Furcraea foetida* (L.) Haw ( Agavaceae) na Praia Mole, Ilha de Santa Catarina, Brasil: Uma Interface entre Etnobotânica e Espécies Exóticas Invasoras. **Biodiversidade Brasileira**, 3(2): 175-191, 2013.

SOMERVILLE, C.; YOUNGS, H.; TAYLOR, C.; DAVIS, S. C.; LONG, S. P. Feedstocks for Lignocellulosic Biofuels. Washington: **Science**, v. 329, p. 790-792, 2010.