



DIGESTIBILIDADE DA PAREDE CELULAR DE ESPÉCIES DE BAMBU GIGANTE

Marcos Felipe Vitor Novakowski¹, Rafael Henrique de Souza Silva², Dyoni Matias de Oliveira³, Wanderley Dantas dos Santos⁴, Graciene de Souza Bido⁵

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista PROBIC-UniCesumar

² Acadêmico do curso de Agronomia, UNICESUMAR

³ Doutorando do programa de Pós em Ciências Biológicas da UEM-Universidade Estadual de Maringá

⁴ Docente do curso de Bioquímica-UEM

⁵ Docente do curso de Agronomia, UNICESUMAR

RESUMO

O bambu vem despertando o interesse de muitos pesquisadores, esta gramínea apresenta grande versatilidade, podendo ser utilizada como alimentação, fabricação de móveis, construção civil, artesanato, além de ter grande potencial para substituir a madeira em construções civis. Porém, um dos grandes atrativos dessa planta é a sua relevante importância como potencial fonte de biomassa lignocelulósica na produção sustentável de biocombustíveis. Tendo o aumento da digestibilidade deste material pode colaborar para maior produção de energia renovável a partir de fontes naturais e substituir os combustíveis fósseis. A presente pesquisa avaliou a digestibilidade por meio de hidrólise enzimática das espécies bambu gigante: *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus asper*. Foram utilizadas plantas de um e três anos nos ensaios, sendo verificado açúcares redutores, pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) a 540 nm, após 4 e 24h de reação enzimática. Os resultados mostraram que plantas de um ano liberam mais açúcares redutores em comparação as plantas de três anos, e a espécie *D. asper* apresentou maior liberação de açúcares. Os resultados sugerem que esta espécie pode ser utilizada como fonte de energia renovável, ou para a obtenção em escala industrial de bioenergia.

PALAVRAS-CHAVE: *Bambusa vulgaris*, Bioenergia, *Dendrocalamus asper*.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, várias perguntas são feitas em torno das palavras sustentabilidade, matérias renováveis e energias limpas, e a humanidade tenta de várias formas procurar alternativas para essas questões. Uma das saídas que o homem vem encontrando é o uso do Bambu, o qual apresenta utilidades diversas, é natural e recurso renovável rápido (GUARNETTI, 2007).

O bambu é uma gramínea lenhosa pertencente à família Poaceae, com aproximadamente 1.600 espécies conhecidas e catalogadas cientificamente. Tendo o potencial para ser utilizada na alimentação de animal, construção civil, produção de móveis, produção de papel, bem como na produção de energia, briquete, carvão, carvão ativado e biocombustíveis (MATHIAS, 2011; SOUZA, 2010).

No ano de 2011, o governo brasileiro iniciou uma política de incentivo ao cultivo dessa gramínea no país, através do secionamento da lei nº 12.484 de setembro de 2011, que instituiu a política nacional de incentivo ao manejo sustentável e ao cultivo do bambu-PNMCB, e também do memorando de entendimento entre China e Brasil que tem como principal objetivo de facilitar a cooperação entre os países nas áreas da ciência,



tecnologia, inovação e desenvolvimento da cultura do bambu (GUARNETTI, 2013; SANTI, 2015).

Essa gramínea possui o poder calorífico muito alto, podendo ser igual ou superior a algumas espécies comumente usadas para a obtenção de carvão, como o *Pinus* e o eucalipto, e sendo uma importante fonte renovável de energia, pelo fato da sua alta capacidade de renovação (RIBEIRO, 2005).

A geração de energia a partir de biomassa vegetal vem conquistando o mundo inteiro, por conta das vantagens ambientais e a mitigação na emissão dos gases para o efeito estufa. Atualmente, praticamente todo o etanol produzido no mundo provém de carboidratos solúveis como sacarose e o amido. Após a extração destes carboidratos solúveis a biomassa residual é queimada em caldeiras para mover a usina. Contudo, a utilização dessa biomassa formada na sua maior parte por carboidratos, poderia ser parcialmente convertida em etanol. O maior impedimento para a viabilidade econômica da bioenergia lignocelulósica é a recalcitrância da parede celular a hidrólise para a liberação de açúcares da celulose e hemicelulose. Para viabilizar a utilização da biomassa lignocelulósica é necessário, entretanto, conhecer a organização da parede celular das diferentes plantas, a fim de desenvolver métodos de sacarificação econômica e energeticamente viáveis (BALAT, 2011; GOLDEMBERG et al., 2008; ALVIRA et al., 2010; GUARNETTI, 2013).

A biomassa lignocelulósica é composta principalmente por polissacarídeos da parede celular vegetal, ligados a compostos fenólicos. A composição básica é celulose (38-50%), hemicelulose (23-32%), lignina (15-30%) e compostos fenólicos, que, juntos, perfazem mais de 90% do peso seco total da biomassa (SIERRA et al., 2008).

A celulose é constituída de longas cadeias de D-glicose com ligações glicosídicas do tipo $\beta(1\rightarrow4)$, formando microfibrilas que interconectam as hemiceluloses e as ligações de hidrogênio dando assim insolubilidade e rigidez às microfibrilas, contribuindo para sua resistência à degradação por microorganismos. A hemicelulose, em especial o xilano, é o segundo polissacarídeo mais abundante da biomassa de gramíneas. O xilano envolve as microfibrilas de celulose reduzindo o acesso de enzimas a ela (DODD e CANN, 2009; CARPITA e MACCANN, 2000).

A lignina é o segundo polímero mais abundante da natureza, compondo principalmente a parede secundária de tecidos especializados, esse polímero orgânico está em íntimo contato com a celulose e a hemicelulose. A lignina é formada por ligações químicas entre unidades monoméricas e álcoois fenilpropanílicos (CARPITA e MACCANN, 2000; ANTEROLA et al., 2002).

De fato, a lignina tem sido reconhecida como o principal componente químico a limitar a digestibilidade de forrageiras (HATFIELD et al., 1999). Wilson (1976) constatou que a composição química e a digestibilidade variaram com o nível de inserção da folha no colmo, onde as folhas superiores apresentam concentração de lignina mais elevada que as inferiores. Sendo que quando a lignina se liga quimicamente aos carboidratos da parede celular, acaba dificultando muito a digestibilidade da fibra.

Portanto, o presente trabalho analisou a digestibilidade da parede celular das espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus asper* de bambu gigante no intuito de compará-las e verificar o potencial para a geração de bioenergia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS



2.1. BIOMASSAS VEGETAIS

Plantas de um e três anos de idades das espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus asper* de bambu gigante foram fornecidas por um produtor de Bambu da cidade de São Pedro do Ivaí. As amostras foram cortadas, secadas a 60°C e moídas em moinho faca e pulverizado em moinho bola por dois minutos. O material pulverizado foi armazenado em vácuo a 4 °C até as análises.

2.2. Preparação da parede celular

Para a retirada de extrativos solúveis das biomassas vegetais, 0,5 g de cada amostra foi submetido a quatro consecutivas extrações com 20 mL de etanol 80% (55 °C, 4 h e 200 rpm) e centrifugadas (8.000xg, 10 min, 4 °C). Ao final, uma alíquota do sobrenadante foi testada para detectar a presença de açúcares solúveis pelo método do fenol-sulfúrico (Dubois, 1956). Extratos de parede celular, livres de açúcares solúveis, serão lavados com 5 mL de acetona (8.000xg, 10 min, 4 °C). O resíduo insolúvel em etanol (AIR, *Alcohol Insoluble Residue*) foi seco a 60 °C por 24 h e utilizado nas análises subsequentes.

2.3. Digestibilidade da parede celular

AIR (15 mg) foi suspenso em tampão acetato de sódio 0,05 M, pH 5,0, azida de sódio 0,02%, extrato enzimático Novozymes® (5 U/mL de celulase, 30 U/mL de xilanase e 0,5 U/mL de pectinase). Os tubos foram incubados a 50 °C e alíquotas foram coletadas em 4 h e 24 h para a determinação dos açúcares redutores pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) a 540 nm, usando glicose como padrão (Miller, 1976).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que *B. vulgaris* apresentou os menores teores de açúcares redutores, tanto em 4 como em 24 h de hidrólise enzimática com o extrato rico em celulase e xilanase enquanto que *D. asper* mostrou maiores liberações de açúcares (Figura 1). Pode ser observado que plantas com 3 anos liberaram menor quantidade de açúcares redutores, o que pode estar relacionado com um possível maior teor de lignina em plantas mais velhas em comparação a plantas mais jovens.

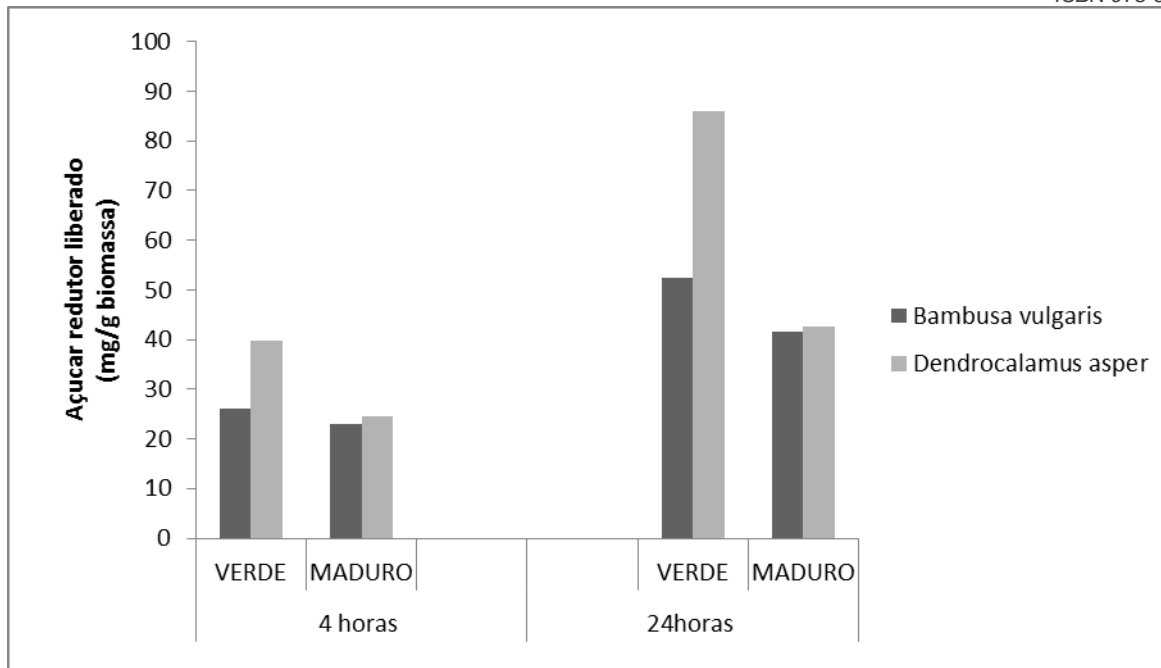


Figura 1: Liberação de açúcar redutor pela hidrólise enzimática (4 e 24 h) partir das espécies *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus asper* de bambu gigante com 1 e 3 anos. Valores médios \pm erro padrão da média ($n = 4$).

Grabber et. al (2002) demonstraram que a diminuição da digestibilidade enzimática está relacionada com a maturação das células vegetais, pelo fato do acúmulo de células xilemáticas. Isso ocorre porque as células adultas de xilema contêm 28% de lignina, em contra partida células imaturas possuem somente 15% de lignina.

No geral, os bambus apresentaram valores de liberação de açúcares redutores similares ao de bagaço de cana-de-açúcar e capim *Panicum maximum* (Lima et al., 2014), entretanto, inferiores ao da gramínea forrageira *Pennisetum purpureum*; (129 mg/g biomassa) (OLIVEIRA, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que a espécie de bambu gigante *Dendrocalamus asper*, quando comparada a *Bambusa vulgaris*, apresenta maior potencial para ser utilizada como fonte de matéria prima na geração de bioetanol de segunda geração. Pode-se concluir ainda que deve ser utilizada principalmente nos estádios iniciais do desenvolvimento, onde provavelmente, apresenta menor teor de lignina.

REFERÊNCIAS

- ALVIRA, P., TOMÁS-PEJÓ, E., BALLESTEROS, M., NEGRO, M. 2010. Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*, 101, 4851-4861.
- ANTEROLA, A.M., LEWIS, N.G. 2002. Trends in lignin modification: a comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. *Phytochem.* 61:221-294.



BALAT, M. 2011. Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review. **Energy Conversion and Management**, 52, 858-875.

CARPITA, N., McCann, M. 2000. The cell wall. in: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, (Eds.) B. Buchanan, R. Jones, IL: American Society of Plant Physiologists. Rockville.

DODD, D., CANN, I.K.O. 2009. Enzymatic deconstruction of xylan for biofuel production. **GCB Bioenergy**, 1, 2-17.

GRABBER, J. H.; PANCIERA, M. T.; HATFIELD, R. D. Chemical composition and enzymatic degradability of xylem and nonxylem walls isolated from alfalfa intermodes. **J Agric Food Chem**, v.50, p.2595-2600, 2002.

GUARNETTI, R. L. Cogeração de eletricidade utilizando bambu no Brasil: aspectos técnicos, economicos e ambientais. 153 f. Tese (Doutorado), Usp, São Paulo, 2013.

GUARNETTI, R. L. Estudo da sustentabilidade ambiental do cultivo do bambu gigante: produção de colmos e brotos. 287 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2007.

GOLDEMBERG, J., COELHO, S., GUARDABASSI, P. 2008. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, 36, 2086-2097.

HATFIELD, R.D., RALPH, J., GRABBER, J.H. 1999. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. *Crop Sci.*, 39:27-37

LIMA M.A., Gomez L.D., Steele-King C.G., Simister R., Bernardinelli O.D., Carvalho M.A., Rezende C.A., Labate C.A., Azevedo E.R.d., McQueen-Mason S.J., Polikarpov I. (2014) Evaluating the composition and processing potential of novel sources of Brazilian biomass for sustainable biorenewables production. *Biotechnology for Biofuels* 7.

MATHIAS, J. **Bambu**. 2011. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI246988-18291,00-BAMBU.html>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

OLIVEIRA, D.M., influência dos fenilpropanoides sobre a digestibilidade da biomassa lignocelulósica de gramíneas: impactos sobre a produção de etanol celulósico. Dissertação. Univesidade Estadual de Maringá, 2016.

RIBEIRO, A.S. Carvão de bambu como fonte energética e outras aplicações. **Instituto do Bambu**. Maceió. Instituto do Bambu, 2005. 109 p.

SANTI, T. O PAPEL – Bambu para toda obra. : ABTCP, v. 4, 04 abr. 2015. Mensal. **Monthly Journal Of Pulp And Paper Technologies - Year Lxxvi**. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1429277844_8a47ecf889f6c2e83ab532a70c82e6da_1666124705.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

SIERRA R., SMITH, A., GRANDA, C., HOLTZAPPLE, M. T. 2008. Producing Fuels and Chemicals from Lignocellulosic Biomass. SBE Special Section – Biofuels. S10-S18.



SOUZA, E. B. Estudo da viabilidade técnica para o cultivo de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*). Planaltina-DF. Boletim técnico, 2010.

WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. Australian Journal of Agricultural Research, v.27, p.355-364, 1976.