

## FERMENTAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: TECNOLOGIAS DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

Júlia de Pierre Lima (PIBIC/CNPq/DBQ/Uem), Wanderley (Orientador), e-mail: juliadepierrelima@hotmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Bioquímica - Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento conforme tabela do [CNPq/CAPES](#)

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar, fenilpropanoides, biocombustível

### Resumo:

Os combustíveis fósseis representam uma das principais causas de problemas ambientais, além da exploração de recursos naturais e dos conflitos geopolíticos. Uma alternativa é a produção de biocombustíveis, tanto o etanol de primeira geração quanto o etanol celulósico. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, movimentando uma grande produção de etanol, e gerando uma grande quantidade de bagaço. Porém para a produção do etanol de segunda geração temos que hidrolisar os carboidratos estruturais presentes na parede, e para isso temos que lidar com a lignina que atua como uma barreira à ação das glicosidades. Aplicamos uma nova abordagem, considerada um pré-tratamento *in vivo*, utilizando inibidores enzimáticos da via da lignina, em plantas de cana-de-açúcar cultivadas em condições de campo, a fim de obter uma biomassa menos recalcitrante a digestão. Observamos resultados interessantes em curtos períodos de sacarificação, sendo que os tratamentos chegaram a liberar, em média 100% mais açúcares quando comparados ao controle, em 4 horas de reação.

### Introdução

Os combustíveis fósseis ganharam força após a revolução industrial e ainda suprem boa parte e nossa demanda é a fonte de energia mais utilizada. Porém, como tal combustível vem sendo usado em larga escala, a sua obtenção é demorada e suas reservas limitadas, e representa uma causa de grave impacto ambiental (RAUPACH 2007). A produção do bioetanol, um combustível ambientalmente seguro, renovável, surge como uma alternativa interessante.

O Brasil se destaca tanto na produção de cana-de-açúcar, sendo o maior produtor mundial (USDA 2019), quanto em produção de etanol. Esta gera grande quantidade de resíduo, esse bagaço pode ser utilizado para a segunda geração de biocombustíveis, o chamado etanol celulósico. Para isso é necessário uma hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, ou seja, a quebra de ligações glicosídicas presentes na celulose e hemicelulose, que resulta em açúcares solúveis que serão utilizados para a produção do bioetanol (BUCKERIDGE, et al., 2010).

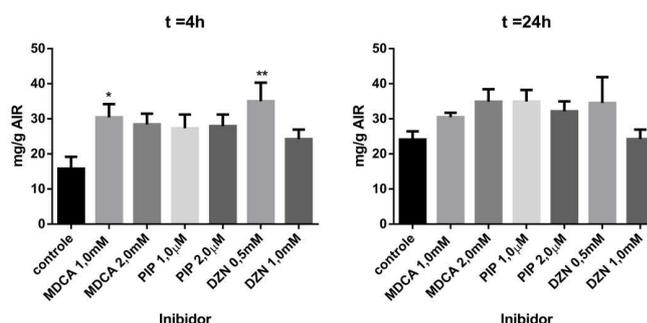
Todavia para a obtenção do etanol celulósico, temos que lidar com a lignina, que fornece sustentação estrutural e também proteção a célula vegetal, porém este componente que as plantas produzem e atua como uma barreira à ação enzimática no processo de hidrólise da biomassa, e necessita de abordagens que viabilizem o processo, como pré-tratamentos (FOLKEDAHL, 2016).

## Materiais e métodos

As plantas de cana-de-açúcar foram cultivadas na fazenda experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram aplicadas drogas inibidoras enzimáticas que atuam na via de síntese de lignina, estas foram aplicadas por uma aspersão foliar em dois momentos, 60 dias após o plantio (DAP) e 90 DAP. Foram coletados colmos da porção intermediária das plantas, aos sete e aos doze meses. As amostras foram secas e trituradas, e posteriormente depositadas em um compartimento de lavagem pelo método refluxo, a fim de remover açúcares solúveis (FREITAS, 2018). Após esse processo foi realizado um teste de fenol-sulfúrico para confirmar a eficiência da lavagem. Após a não detecção de açúcares solúveis, os extratos de parede celular foram lavados com água para remover o etanol. Após eles serem secos, foram pesados 15mg da biomassa resultante livre de açúcares solúveis em microtubos e suspensos em tampão acetato, juntamente com xilanase. As amostras junto com o controle foram encubadas a 50° por 24 horas, sendo feita as análises após 4 e 24 horas de digestão. Os açúcares serão então quantificados pelo DNS em espectrofotômetro a 540 nm (MILLER 1959).

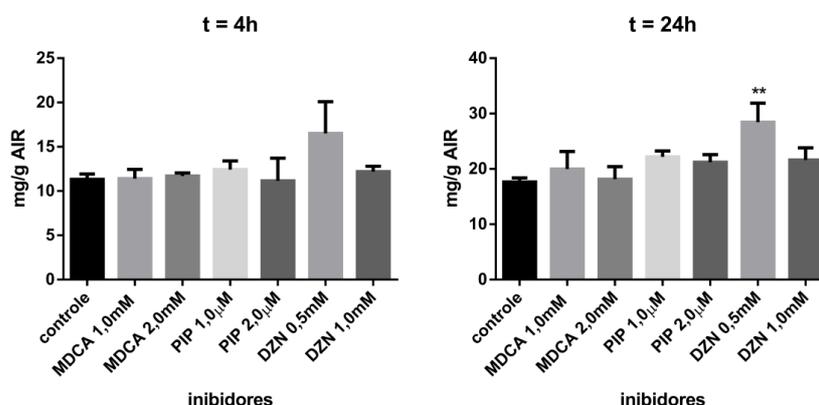
## Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a digestibilidade expressa em função da produção de açúcares redutores após 4 e 24 h de digestão enzimática do bagaço das plantas pulverizadas com os diferentes tratamentos aos 60 DAP e coletadas aos 7 meses.



**Figura 1:** Digestibilidade do bagaço de plantas tratadas 60 DAP e coletadas a 7 meses. A digestão foi determinada após 4 h de incubação com coquetel enzimático. As barras demonstram valores médios  $\pm$  EPM (n=5) em mg de açúcar por g de biomassa. Asteriscos duplos (\*\*) apontam que o tratamento foi significativamente diferente do controle pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,01$ ).

Observa-se aumento na digestibilidade do bagaço, em praticamente todos os tratamentos, especialmente com MDCA e DZN nas menores concentrações. Ambos estatisticamente significativos nos ensaios de 4 h de digestão (92% e 115% respectivamente). Nas análises em 24 h nenhum resultado sendo significativo, porém as médias das plantas tratadas se mantêm superiores ao controle. A Figura 2 mostra os resultados de sacarificação de plantas tratadas aos 90 DAP e coletadas aos 7 meses.

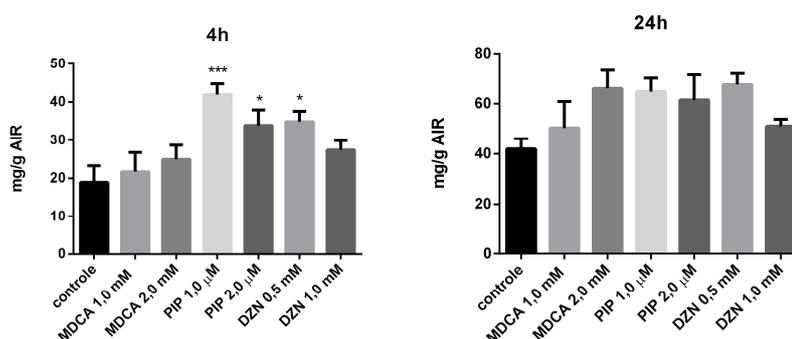


**Figura 2:** Digestibilidade do bagaço de plantas tratadas 90 DAP e coletadas a 7 meses. A digestão foi determinada após 24 h de incubação com coquetel enzimático. As barras demonstram valores médios  $\pm$  EPM (n=5) em mg de açúcar por g de biomassa. Asteriscos duplos (\*\*) apontam que o tratamento foi significativamente diferente do controle pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,01$ ).

Os tratamentos com DZN 0,5 mM mostraram os melhores resultados sobre a digestibilidade (97% de aumento em 24 h). De modo geral os efeitos dos tratamentos foram menores quando os tratamentos são realizados aos 90 DAP.

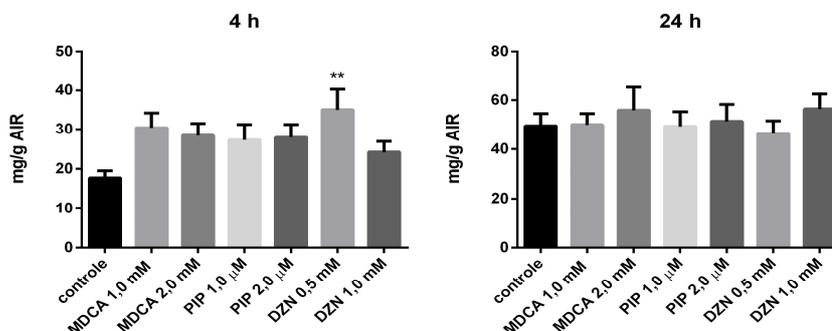
Quando colhidas aos 12 meses, os sólidos solúveis totais das plantas foram determinados com auxílio de um refratômetro (Atago Pal-1), não foram encontradas variações significativas, demonstrando que os inibidores não interferiram neste importante parâmetro de venda da cana.

Nas plantas tratadas 60 DAP e cultivadas por 12 meses, observamos aumento na digestibilidade, naquelas pulverizadas com PIP e DZN 0,5 mM, para um tempo de 4 h de digestão (até 120% maior). Nos ensaios conduzidos por 24 h, a digestibilidade média foi até 61% maior que o controle (Fig. 3), porém nenhuma variação significativa.



**Figura 3**—Digestibilidade do bagaço de plantas de cana-de-açúcar tratadas 60 DAG ecoletadas aos 12 meses de idade. A digestão foi determinada após 4 h e 24 h de incubação com coquetel enzimático. As barras indicam valores médios  $\pm$  EPM (n=5) em mg de açúcar por g de biomassa. Asterisco (\*) indica que o tratamento foi significativamente diferente do controle pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,05$ ). Asteriscos triplos (\*\*\*) indicam que o tratamento foi significativamente diferente do controle pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,001$ ).

Nas plantas cuja pulverização foi realizada 90 DAP e coletadas aos 12 meses, apenas o tratamento com DZN 0,5 mM resultou em um aumento significativo (de 97%) na liberação de açúcares (Fig. 4). Na digestão por 24 h, nenhum tratamento demonstrou resultados significativos.



**Figura 4** – Digestibilidade do bagaço das plantas tratadas 90 DAG e coletadas aos 12 meses de idade. A digestão foi determinada após 4 h e 24 h de incubação com coquetel enzimático. As barras indicam valores médios  $\pm$  EPM (n=5) em mg de açúcar por g de biomassa. Asteriscos duplos (\*\*) indicam que o tratamento foi significativamente diferente do controle pelo teste de Dunnett ( $P \leq 0,01$ ).

## Conclusões

Esta abordagem, é considerada um pré-tratamento fisiológico e se demonstrou interessante, com bons resultados de sacarificação, sem alterar de forma significativa a estrutura da lignina (dados relativos à lignina não mostrados).

## Agradecimentos

Fundação Araucária, CNPq e CAPES.

## Referências

- BUCKERIDGE, M. S., SANTOS, W. D., & SOUZA, A. D. (2010). **As rotas para o etanol celulósico no Brasil**. Bioetanol da cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade, 365-380.
- Folkedahl, Bruce (2016), **Cellulosic ethanol: what to do with the lignin**, Biomass, retrieved 2016-08-10.
- FREITAS, DENIS LEANDRO DE; GONZAGA, DIEGO EDUARDO ROMERO; SANTOS, WANDERLEY DANTAS DOS. **Um método rápido e econômico para a remoção de açúcares solúveis na biomassa lignocelulósica para ensaios de digestibilidade**. 60 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. Cap. 3.
- PIMENTEL, David; PATZEK, Tad W. Ethanol production: energy and economic issues related to US and Brazilian sugarcane. In: **Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems**. Springer, Dordrecht, 2008. p. 357-371
- RAUPACH, M. R.; et al. (2007). **"Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions"** (PDF). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 104 (24): 10288–93. *Bibcode:2007PNAS.10410288R*. doi:10.1073/pnas.0700609104. PMC 1876160. PMID 17519334

28º Encontro Anual de Iniciação Científica  
8º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de outubro de 2019