

PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A INIBIDORES DA VIA DOS FENILPROPENOIDES

Victor Hugo Salvador¹; Dyoni Matias de Oliveira², Michelli de Souza Cardoso³; Osvaldo Ferrarese-Filho⁴, Wanderley Dantas dos Santos⁵

RESUMO: A parede celular vegetal é formada por polissacarídeos, lignina e outros polímeros que formam uma estrutura complexa difícil de ser hidrolisada. O ácido ferúlico é um intermediário na síntese dos monômeros da lignina. Além disso, tem um papel estrutural, interligando os polímeros da parede celular e inibindo a atividade de hidrolases. A inibição da atividade das enzimas da via dos fenilpropenoides pode reduzir o conteúdo de ácido ferúlico na parede celular, e assim aumentar a acessibilidade das enzimas hidrolíticas sobre os polissacarídeos, favorecendo a produção de etanol celulósico. Plantas de cana-de-açúcar foram submetidas por 30 dias ao tratamento *in vivo* com inibidores de duas enzimas da via dos fenilpropenoides, 100 μ M e 250 μ M de ácido piperonílico (PIP), inibidor pelo mecanismo da 3-cumarato hidroxilase e 120 μ M de ácido metilenedioxicianâmico (MDCA), inibidor competitivo da 4-coenzima A ligase. As plantas foram colhidas e pesadas para obtenção da biomassa fresca e comprimento do colmo. Raízes, colmos e folhas foram secos em estufa com circulação de ar a 60 °C até peso constante e considerado como biomassa seca. Os dados demonstram que os tratamentos não afetaram nenhum dos parâmetros biométricos analisados (comprimento das plantas, comprimento dos colmos, biomassa fresca e seca).

PALAVRAS-CHAVE: Ácido ferúlico; Lignificação; Lignocelulose.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da biomassa vegetal como fonte de energia renovável vem apresentando uma importante contribuição para o desenvolvimento de uma sociedade industrial sustentável. A biomassa lignocelulósica de cana-de-açúcar, apontada como principal biomassa para a produção de bioetanol de segunda geração no Brasil é constituída, principalmente, de celulose, hemicelulose e lignina (Pauly & Keegstra, 2010). No entanto, a presença de ácidos hidroxicianâmicos, como ácido ferúlico e *p*-cumárico, além de outros compostos fenólicos esterificados a pectinas, hemiceluloses, lignina e proteínas estruturais, restringem o crescimento celular e dificultam o ataque de hidrolases sobre estes polissacarídeos (Lygin et al., 2011).

A lignina envolve as microfibrilas celulósicas, conferindo proteção à degradação química e/ou biológica, e pode formar ligações covalentes com a hemicelulose. Ela é formada pela ligação covalente de monolignóis, que são alcoóis fenilpropanílicos formados na via dos fenilpropenoides (Chiang, 2006).

O ácido ferúlico é um componente-chave na digestibilidade da parede celular, com papel estrutural interligando os polímeros da parede inibindo a atividade de hidrolases ou como intermediário na síntese dos monômeros da lignina (dos Santos et al., 2008).

¹ Doutorando em Ciências Biológicas área de concentração Biologia Celular e Molecular da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. victorhosalvador@hotmail.com

² Acadêmico do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná.

³ Acadêmica do curso de Fisioterapia no Centro Universitário de Maringá – UniCesumar, Maringá - Paraná

⁴ Professor Doutor do Departamento de Bioquímica da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná.

⁵ Professor Doutor do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama – Paraná.

Estudos de digestão *in vitro* sugerem que a digestibilidade da parede celular e o grau de interligação da parede pelo ácido ferúlico são negativamente correlacionados (Grabber et al., 1998). Desta forma, reduzir a disponibilidade do ácido ferúlico na parede celular utilizando inibidores químicos específicos da via dos fenilpropenoides pode contribuir para a melhoria da digestibilidade da biomassa lignocelulósica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros biométricos de plantas de cana-de-açúcar submetidas ao tratamento *in vivo* com inibidores de duas enzimas da via dos fenilpropenoides, o ácido piperonílico (PIP), inibidor pelo mecanismo da 3-cumarato hidroxilase e o ácido metilenodioxicinâmico (MDCA), inibidor competitivo da 4-coenzima A ligase.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Colmos de cana-de-açúcar (variedade RB966928) foram seccionados, homogeneizados e colocados em bandejas com areia e água por 15 dias para enraizamento. Em seguida, foram plantados em vasos de 14 litros e cultivados por 60 dias em casa de vegetação. Após os 60 dias, foi obtido o comprimento inicial das plantas (da transição raiz-caule até a ponta da folha mais longa) e iniciado o tratamento por 30 dias com 120 μM de MDCA, 100 ηM e 250 ηM de PIP, controles foram irrigados com água destilada. Ao final deste período, as plantas foram novamente medidas (comprimento final) e a diferença entre o comprimento inicial e final foi expresso como variação do comprimento. As plantas foram colhidas, separadas em suas diferentes partes e pesadas para obtenção da biomassa fresca e comprimento do colmo. Raízes, colmos e folhas foram secos em estufa com circulação de ar a 60 °C até peso constante e considerado como biomassa seca.

Os dados foram expressos com a média de dois experimentos independentes, com 6 repetições cada, totalizando 12 repetições por tratamento. Os dados foram analisados pelo teste *t – Student* em nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostrado na figura 1, as variações dos comprimentos das plantas de cana-de-açúcar não sofreram reduções significativas em nenhum dos tratamentos em comparação ao controle.

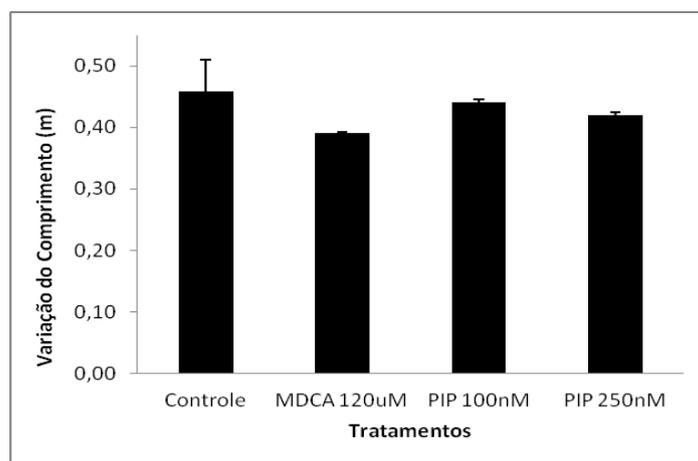


Figura 1. Análise da variação do comprimento em plantas de cana-de-açúcar. Valores médios (N=12 \pm erro padrão da média) analisados com teste *t-Student* a 5% de significância.

Outro aspecto analisado neste trabalho foi o comprimento dos colmos das canas (Figura 2.). Assim como a variação do comprimento, não houve alterações significativas em nenhum dos tratamentos, mostrando que o tamanho do colmo não é afetado pelas concentrações dos inibidores utilizadas.

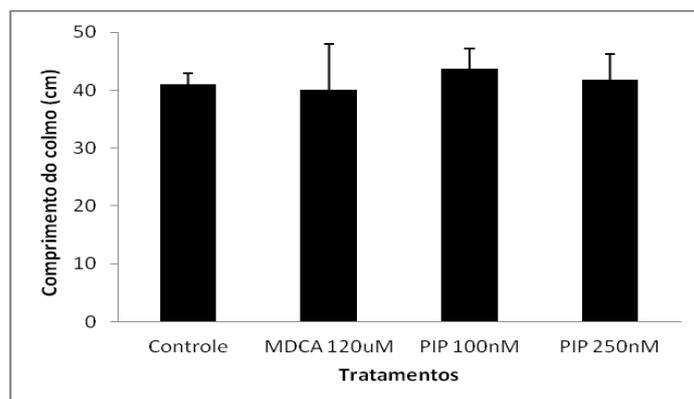


Figura 2. Comprimento do colmo de cana-de-açúcar. Valores médios ($N=12 \pm$ erro padrão da média) analisados com teste *t-Student* a 5% de significância.

Em relação as biomassas, tanto a fresca (Figura 3) quanto a seca (Figura 4), não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle.

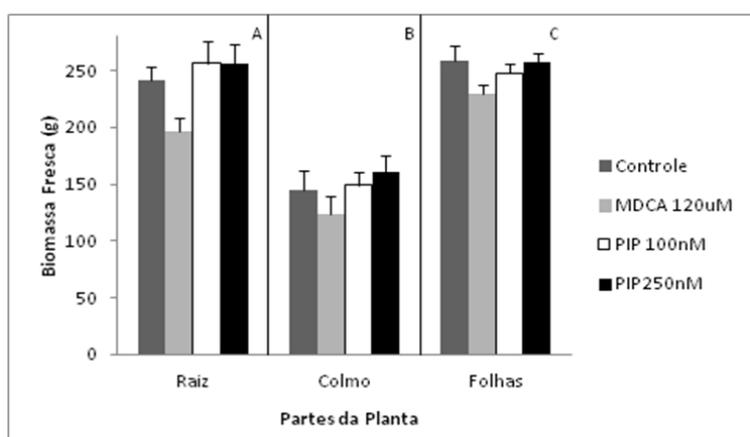


Figura 3. Biomassa fresca das plantas de cana-de-açúcar. A) Biomassa fresca das raízes. B) Biomassa fresca do colmo. C) Biomassa fresca das folhas. Valores médios ($N=12 \pm$ erro padrão da média) analisados com teste *t-Student* a 5% de significância.

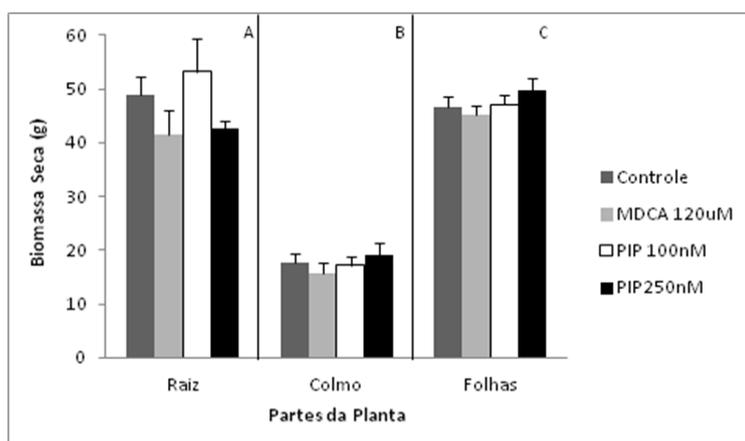


Figura 4. Biomassa seca das plantas de cana-de-açúcar. A) Biomassa seca das raízes. B) Biomassa seca do colmo. C) Biomassa seca das folhas. Valores médios ($N=12 \pm$ erro padrão da média) analisados com teste *t-Student* a 5% de significância.

É importante salientar o fato de nenhum dos parâmetros biométricos analisados sofrer alterações após o tratamento com os inibidores nestas concentrações, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de outros experimentos, com enfoques mais específicos como digestibilidade que está diretamente ligada à utilização do bagaço de cana para a produção de etanol de segunda geração.

4. CONCLUSÃO

A partir deste trabalho, pode-se concluir que nas concentrações indicadas, os inibidores MDCA e PIP não alteraram os parâmetros biométricos em relação ao controle após 30 dias de tratamento. Estes resultados nos habilitam a realizar novos experimentos a fim de analisar a interferências destes compostos sobre via de lignificação bem como seus efeitos sobre as propriedades da biomassa lignocelulósica.

5. REFERÊNCIAS

CHIANG, V.L. Monolignol biosynthesis and genetic engineering of ligninin trees, a review. **Environmental Chemistry Letters**, 4, 143–146s, 2006.

DOS SANTOS, W.D., FERRARESE, M.L.L., FERRARESE-FILHO, O. Ferulic Acid: An Allelochemical Troublemaker. **Functional Plant Science and Biotechnology**, 2(1), 47-55, 2008.

GRABBER, J.H., RALPH, J., HATFIELD, R.D. Ferulate cross-links limit the enzymatic degradation of synthetically lignified primary walls of maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 46, 2609–2614, 1998.

LYGIN, A.V., UPTON, J., DOHLEMAN, F.G., JUVIK, J., ZABOTINA, O.A., WIDHOLM, J.M., LOZOVAYA, V.V. Composition of cell wall phenolics and polysaccharides of the potential bioenergy crop - Miscanthus. **GCB Bioenergy**, 3, 333-345, 2011.

PAULY, M., KEEGSTRA, K. Plant cell wall polymers as precursors for biofuels. **Current Opinion in Plant Biology**, 13, 305–312, 2010.