

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Maria Lúcia Ferreira Simeone

Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – Minas Gerais

Patrícia Abraão de Oliveira

Embrapa Agroenergia, Brasília – Distrito Federal

Kirley Marques Canuto

Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – Ceará

Rafael Augusto da Costa Parrella

Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – Minas Gerais

Cynthia Maria Borges Damasceno

Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – Minas Gerais

Robert Eugene Schaffert

Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – Minas Gerais

RESUMO: Entre as novas fontes de biomassa com características ideais para atender os desafios de sustentabilidade e utilização alternativa aos recursos fósseis, encontra-se o sorgo biomassa como uma fonte promissora para a obtenção do etanol de segunda geração. O objetivo do trabalho foi analisar a composição química de três genótipos de sorgo biomassa, sendo dois genótipos de sorgo biomassa tipo *brown midrib (bmr)*, (201552B001 e 201552B005) e um híbrido normal (BRS 716), com vistas ao potencial uso dessa biomassa para

produção de etanol celulósico. Os genótipos foram analisados quanto aos teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina (LDA), cinzas, açúcares: xilose e arabinose, razão siringil/guaiacil (S/G). Os dois genótipos de sorgo biomassa *bmr* apresentaram valores significativamente inferiores de lignina e superiores de hemicelulose em comparação ao genótipo BRS 716. O genótipo *bmr* 201552B001 apresentou maior razão S/G, característica mais propícia para fontes de biomassa com potencial para uso na obtenção de etanol de segunda geração.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor*, bioetanol, açúcares, lignina.

ABSTRACT: Among the new sources of biomass with ideal characteristics to attend the challenges of sustainability and alternative use of fossil resources, high-biomass sorghum is a promising source for cellulosic ethanol. The objective of this work was to analyze the chemical composition of three genotypes of high-biomass sorghum, two genotypes type *brown midrib (bmr)*, (201552B001 and 201552B005) and a normal hybrid (BRS 716), with a view to the potential use of this biomass for the production of cellulosic ethanol. The genotypes were characterized for neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose,

hemicellulose, lignin (LDA), ashes, sugars: xylose and arabinose, syringyl / guaiacyl (S / G) ratio. The two genotypes of *bmr* high-biomass sorghum presented significantly lower values of lignin and higher hemicellulose in comparison to the genotype BRS 716. The genotype *bmr* 201552B001 presented higher S / G ratio, a more favorable feature for biomass sources with potential for use in cellulosic ethanol production.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor*, cellulosic ethanol, sugars, lignin.

1 | INTRODUÇÃO

Entre as novas fontes de biomassa com características ideais para atender os desafios de sustentabilidade e utilização alternativa aos recursos fósseis, encontra-se o sorgo biomassa como uma fonte promissora para a obtenção do etanol de segunda geração (Cardoso et al., 2013). O sorgo biomassa é caracterizado como uma planta C4, apresentando alta eficiência fotossintética. Promove um grande acúmulo de biomassa seca quando comparado com outras culturas e apresenta uma composição química diversificada em relação aos constituintes da parede celular. Todavia alguns genótipos de sorgo tipo *brown midrib* (*bmr*) expressam baixos teores de lignina em sua composição química e apresentam uma maior digestibilidade da fibra em comparação com genótipos normais (Sattler et al., 2014). Nesse contexto, torna-se necessário caracterizar diferentes genótipos de sorgo biomassa quanto ao perfil dos constituintes da parede celular, uma vez que esses constituintes podem causar limitações no processo de conversão da biomassa em energia (Singh et al., 2015).

Assim, o objetivo do trabalho foi analisar a composição química de três genótipos de sorgo biomassa, sendo dois genótipos tipo *bmr* e um híbrido normal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de sorgo biomassa foram obtidas de experimentos conduzidos pelo programa de melhoramento de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas, Minas Gerais. Os colmos de sorgo biomassa de dois genótipos tipo *bmr* (201552B001 e 201552B005) e do híbrido normal (BRS 716) foram colhidos manualmente (10 colmos) e triturados em picador, marca IRBI - modelo DM540. Em seguida, o material foi seco em estufa de circulação de ar, marca Solab - modelo SL102/96, a 65 °C até peso constante. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey na granulometria de 2 mm. Na caracterização físico-química, os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulose (calculada pela diferença entre FDA e LDA), hemicelulose (calculada pela diferença entre FDN e FDA), lignina e cinzas foram obtidos conforme o método descrito por Van Soest (1994). A determinação dos açúcares xilose e arabinose foram realizadas nas amostras de sorgo biomassa após digestão com ácido sulfúrico conforme descrito por Sluiter et al. (2011). A biomassa digerida foi analisada por cromatografia líquida

de alta eficiência – CLAE (marca Waters, modelo 2695 Alliance), com detector índice de refração a 40 °C, empregando uma coluna Phenomenex RCM-Ca, água ultrapura como fase móvel na vazão de 0,6 L.min⁻¹ e temperatura da coluna a 60 °C. A detecção dos açúcares xilose e arabinose foram realizadas pela comparação com o tempo de retenção de cada padrão, marca Sigma com grau de pureza de 99,5% (m/m).

A razão siringil/guaiacil (S/G) presente na lignina de genótipos de sorgo biomassa foi obtida pela análise dos espectros de RMN de H¹ (600 MHz, marca Bruker, modelo Avance III), conforme metodologia descrita por Mansfield et al. (2012).

As análises foram realizadas em triplicatas e os resultados analisados utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2014). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentadas as comparações de médias da composição química dos genótipos de sorgo biomassa avaliados. Os dois genótipos de sorgo biomassa *bmr* (201552B001 e 201552B005) diferiram significativamente do genótipo normal BRS 716 nos valores de FDN, hemicelulose e lignina, sendo que os dois genótipos *bmr* apresentaram os menores teores de lignina e maiores valores de FDN e hemicelulose.

Constituinte ¹ (%)	201552B001	201552B005	BRS 716
FDN	71,2 a	68,5 a	60,2 b
FDA	39,6 a	41,1 a	36,9 a
Celulose	35,6 a	36,8 a	30,9 a
Hemicelulose	31,7 a	27,5 a	23,3 b
Lignina	3,9 b	4,2 b	7,1 a
Cinzas	3,9 a	4,9 a	3,0 a

Tabela 1 – Comparação de médias dos resultados de FDN (fibra detergente neutro), FDA (fibra detergente ácido), celulose, hemicelulose, lignina e cinzas, obtidos para a caracterização dos genótipos de sorgo biomassa.

¹Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

A hemicelulose de gramíneas, como o sorgo, contém polissacarídeos do tipo arabinoxilanas (Schendel et al., 2016). De acordo com a Tabela 2, podemos observar que o perfil dos açúcares xilose e arabinose variaram entre os genótipos avaliados. O genótipo *bmr* 201552B001 apresentou o maior teor de xilose, enquanto o genótipo normal BRS 716 apresentou um maior teor de arabinose, demonstrando assim perfis diferentes de hemicelulose.

Em relação à lignina dos genótipos de sorgo biomassa avaliados, a razão S/G fornece informações sobre sua estrutura. O genótipo *bmr* 201525B0001 apresentou

uma razão S/G estatisticamente maior em relação aos dois outros genótipos avaliados (Tabela 2). Esse resultado permitiu observar que há diferença na composição da lignina entre os genótipos de sorgo *bmr*. Essa diferença é importante, uma vez que o aumento da razão S/G sugere uma lignina de mais fácil clivagem durante os processos de hidrólise para obtenção de etanol de segunda geração (Sattler et al., 2014).

Constituinte ¹	201552B001	201552B005	BRS 716
Xilose (mg.g ⁻¹)	314,65 a	264,48 b	245,630 b
Arabinose (mg.g ⁻¹)	39,44 b	41,18 b	63,413 a
Razão S/G	0,96 a	0,63 b	0,68 b

Tabela 2 – Perfil dos açúcares xilose e arabinose presentes na hemicelulose e da razão de monolignóis (siringil/guaiacil – S/G) presentes em diferentes genótipos de sorgo biomassa.

¹Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

4 | CONCLUSÃO

A composição química do sorgo biomassa variou entre os genótipos avaliados, sendo que dois genótipos de sorgo biomassa *bmr* apresentaram os menores teores de lignina e maiores teores de hemicelulose. O genótipo *bmr* 201552B001 apresentou características de lignina mais propícias para fontes de biomassa com potencial para uso na obtenção de etanol de segunda geração, em função de sua maior razão S/G. Esses resultados contribuem com informações importantes que poderão ser utilizadas para a manipulação de genes da biossíntese da lignina, a fim de otimizar o uso do sorgo biomassa como fonte de matéria-prima para o etanol de segunda geração.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, W. S.; TARDIN, F. D.; TAVARES, G. P.; QUEIROZ, P. V.; MOTA, S. S.; KASUYA, M. C. M.; QUEIROZ, J. H. de. Use of sorghum straw (*Sorghum bicolor*) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 623-627, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- MANSFIELD, S.D.; KIM, H.; LU, F.; RALPH, J. Whole plant cell wall characterization using solution-state 2D NMR. **Nature Protocols**, London, v. 7, n. 9, p. 1579-1589, 2012.
- SATTLE, S. E.; SABALLOS, A.; XIN, Z.; FUNNELL-HARRIS, D. L.; VERMERRIS, W.; PEDERSEN, J. F. Characterization of novel sorghum brown midrib mutants from an EMS-mutagenized population. **G3: Genes Genomes Genetics**, v. 4, n. 11, p. 2115-2124, 2014.
- SINGH, J.; SUHAG, M.; DHAKA, C. A. Augmented digestion of lignocellulose by steam explosion, acid and alkaline pretreatment methods: a review. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 117, p. 624-631,

2015.

SCHENDEL, R.; MEYER, M. R.; BUNZEL, M. Quantitative profiling of feruloylated arabinoxylan side-chains from graminaceous cell walls. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1249-1260, 2016.

SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, D.; CROCKER, D. **Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass**. Colorado: National Renewable Energy Laboratory, 2011. (Technical Report. NREL/TP-510- 42618).

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994.