

## **Avaliação do poder calorífico de biomassa vegetal produzida a partir de diferentes genótipos de sorgo**

**Eduardo Junio Marques de Oliveira<sup>1</sup>, Maria Lúcia Ferreira Simeone<sup>2</sup> Hosana Andrade<sup>3</sup> e Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudante do Curso Técnico em Química, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

<sup>3</sup> Técnica da Embrapa Milho e Sorgo

### **Introdução**

A demanda por produção de energia limpa em todo o mundo requer possibilidades diversificadas para a produção de energia renovável e, assim, diminuir a emissão de gases do efeito estufa (Carvalho et al., 2013). A biomassa vegetal representa uma das mais abundantes e promissoras alternativas de matéria-prima com base em fontes de energia limpa e renovável. A combustão direta é a principal tecnologia aplicada para produção de calor e energia mecânica a partir da biomassa, apresentando vantagens socioeconômicas e ambientais, tal como a redução no balanço das emissões de produtos nocivos ao meio ambiente (Samson et al., 2005). Com elevada produção de biomassa vegetal, o sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] apresenta um grande potencial para queima em caldeiras de usinas de grande porte ou termelétricas (May et al., 2014). Os genótipos caracterizados como “sorgo biomassa” apresentam um alto potencial para produção de biomassa, boa adaptabilidade, podendo atingir um porte de 6,0 m de altura e uma produção de massa verde de 120 a 150 t.ha<sup>-1</sup>, num ciclo de 180 dias em média. A maior parte de sua massa verde produzida é constituída por colmos, podendo chegar a 80% da biomassa total. Seus colmos são secos, apresentam baixo rendimento de caldo e não produzem açúcares. Apresenta um grande teor de fibras, que varia de 22 a 28% e, ainda, a vantagem de possibilitar uma maior flexibilidade no uso da terra. Além disso, o plantio pode ser feito por sementes e o seu grão pode ser utilizado para produção de ração animal (Mantovani; May, 2015).

A qualidade de um combustível depende de certas características térmicas e químicas da fonte de matéria-prima (Cortez et al., 2008). Entre essas características, o poder calorífico é importante para avaliar o potencial da fonte de biomassa para uso no processo de cogeração de energia.

O poder calorífico de um combustível pode ser definido como a quantidade de energia liberada na forma de calor durante a combustão completa de uma unidade de massa (ou de volume) do combustível analisado.

Com a perspectiva de aumento de 50% na demanda de energia elétrica do Brasil até 2030 (Brasil, 2015), é também de se esperar um aumento na demanda por biomassa para atender este crescimento. Neste cenário, torna-se proeminente a necessidade de desenvolvimento de tecnologias e a caracterização de espécies dedicadas à produção de biomassa com vistas à diversificação e descentralização do processo de geração de energia. Este trabalho teve por objetivo determinar o poder calorífico de biomassa vegetal obtida de diferentes genótipos de sorgo.

### **Material e Métodos**

O plantio de 34 diferentes genótipos experimentais de sorgo biomassa (sequência 201552B001 a 201552B018 (*bmr*), 201552B018, 201641B-138, CMSXS7012, CMSXS7015, CMSXS7016 e sequência CMSXS 7021 a CMSXS7031 (convencional)), dois híbridos de sorgo biomassa comerciais (BRS716 e Volumax), uma variedade de sorgo sacarino (BRS511) e um híbrido de sorgo forrageiro (BRS655) foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, nos anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017. Para a condução do experimento de campo, foram mantidas práticas culturais convencionais, de acordo com May et al. (2014). Os colmos foram colhidos manualmente e triturados em picador marca Irbi, modelo DM540 e secos em estufa com circulação de ar forçada marca Tecnal, modelo TE394 a 65 °C até peso constante. Em seguida, esse material foi moído em moinho de facas marca Marconi, modelo MA340 até granulometria de 2 mm. As análises do poder calorífico foram realizadas em triplicatas, de acordo com a NBR 11956/90 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1990), em uma bomba calorimétrica marca Ika, modelo C2000. O calorímetro foi previamente calibrado utilizando pastilhas de ácido benzoico, com poder calorífico de 26,45 KJ kg<sup>-1</sup>. Para a realização da análise, utilizou-se aproximadamente 2,0 g de amostra. As amostras foram previamente transformadas em pastilhas utilizando uma prensa manual (Figura 1). As análises foram realizadas após 30 minutos de estabilização do equipamento. Durante as análises foi observado que algumas pastilhas de amostras não sofriam combustão total, sendo necessária a repetição nesse caso. Para o controle de qualidade dos resultados, foi

selecionada uma amostra para verificação da repetibilidade. Essa amostra foi analisada em cinco dias consecutivos.



Figura 1 - Calorímetro e pastilhas de amostras de sorgo.

Para verificar a precisão, realizou-se a análise de uma amostra de pellet de sorgo biomassa BRS 716 cujo resultado de poder calorífico superior foi obtido pelo laboratório Tecpar no Paraná ( $17,66 \pm 0,25$  kJ. kg<sup>-1</sup>). Para a realização da análise foram adicionadas duas pastilhas de 1,0 g de cada amostra em um cadinho, que foi inserido na bomba calorimétrica. Os resultados obtidos nas análises estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Os dados foram submetidos à análise da variância e suas médias foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, através do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, podemos observar que os diferentes genótipos de sorgo apresentaram resultados de poder calorífico entre 16,56 e 17,85 kJ kg<sup>-1</sup>. Diferenças significativas de poder calorífico foram observadas entre os genótipos avaliados. Os genótipos de sorgo biomassa convencional apresentaram maiores teores de poder calorífico, superiores aos genótipos de sorgo biomassa *bmr* e o híbrido forrageiro, uma vez que os genótipos de sorgo biomassa convencional possuem maiores teores de lignina. O poder calorífico de qualquer biomassa vegetal está relacionado aos seus teores de lignina e extrativos (Cortez et al., 2008). De acordo com a Tabela 2, podemos observar que a repetição da análise do poder calorífico de uma mesma amostra de sorgo biomassa (**201543B-104**) apresentou desvio padrão menor que 0,25 (teste de repetibilidade), conforme estabelecido pela norma NBR 11956/90 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1990).

**Tabela 1** - Poder calorífico superior (PCS) em diferentes genótipos de sorgo. Sete Lagoas, 2017.

Genótipo	Poder calorífico superior kJ kg <sup>-1</sup>	Genótipo	Poder calorífico superior kJ kg <sup>-1</sup>
201552B006	16,56±0,08 a	201552B008	17,00±0,17 a
201552B004	16,57±0,30 a	CMSXS7025	17,23±0,05 b
201552B017	16,66±0,45 a	CMSXS 7012	17,26±0,17 b
201552B009	16,67±0,14 a	CMSXS7023	17,27±0,07 b
201552B003	16,69±0,46 a	CMSXS7028	17,30±0,10 b
201552B015	16,70±0,07 a	201552B019	17,37±0,10 b
201552B011	16,72±0,12 a	CMSXS7031	17,39±0,07 b
201552B016	16,76±0,15 a	CMSXS7029	17,40±0,12 b
201552B013	16,77±0,13 a	CMSXS7030	17,41±0,22 b
201552B007	16,77±0,15 a	CMSXS7026	17,42±0,09 b
201552B002	16,79±0,08 a	BRS 716	17,43±0,16 b
201552B005	16,82±0,12 a	CMSXS7027	17,44±0,12 b
Volumax	16,83±0,09 a	CMSXS7022	17,45±0,04 b
201552B014	16,84±0,20 a	CMSXS7024	17,48±0,07 b
201552B018	16,86±0,10 a	CMSXS7021	17,48±0,10 b
201552B010	16,86±0,22 a	CMSXS 7015	17,50±0,15 b
BRS655	16,87±0,07 a	BRS511	17,56±0,10 b
201552B012	16,87±0,15 a	CMSXS 7016	17,65±0,09 b
201552B001	16,92±0,10 a	201641B-138	17,85±0,05 b

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste “Scott Knott”, em nível de 5% de probabilidade.

A exatidão foi avaliada pela comparação com o resultado da análise realizada por outro laboratório (**Pellet BRS 716**). As diferenças estão dentro dos limites do desvio padrão obtido e assim verificou-se que não há diferença estatística entre os resultados.

**Tabela 2** - Repetibilidade e precisão da análise de poder calorífico superior (PCS) em amostras de sorgo biomassa.

Tempo (dias consecutivos)	201543B-104 – Poder calorífico superior kJ kg <sup>-1</sup>	Pellet BRS 716 – Poder calorífico superior kJ kg <sup>-1</sup>
1	16,19	17,42
2	16,17	17,54
3	16,12	17,51
4	16,32	17,48
5	16,31	17,56

<b>Média</b>	16,22	17,50
<b>Desvio padrão</b>	0,09	0,06

Em comparação a outras biomassas com potencial energético, dezenove genótipos de sorgo biomassa e sacarino avaliados apresentaram poder calorífico superior ao capim-elefante (16,96 kJ kg<sup>-1</sup>) (Marafon et al., 2016) e ao bagaço de cana (16,68 kJ kg<sup>-1</sup>) (Silva; Morais, 2008). Neste contexto, a utilização de sorgo biomassa como fonte alternativa de energia aparece como uma oportunidade para colaborar na oferta de energia renovável para o País.

### Conclusão

Entre os genótipos avaliados, o poder calorífico dos genótipos de sorgo de alta biomassa convencional e sacarino foi maior que o dos genótipos de sorgo *bmr* e forrageiro. Outras análises serão necessárias para complementar a caracterização das propriedades térmicas, mas esses resultados mostram o grande potencial desses genótipos como matéria-prima a ser integrada à cadeia de fornecimento de biomassa para geração de energia térmica.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11956**: coque: determinação do poder calorífico superior: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1990. 6 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF, 2015.

CARVALHO, L. C.; BUENO, R. C. O. de F.; CARVALHO, M. M.; FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 530-543, 2013.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. L. **Biomassa para energia**. Campinas: Unicamp, 2008.

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.

MANTOVANI, E. C.; MAY, A. Mecanização. In: PEREIRA FILHO, I. A.; SANTOS, J. A. (Ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. cap. 3, p. 41-50. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. dos S. **Poder calorífico do capim-elefante para a geração de energia térmica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 30 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 115).

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.

SAMSON, R.; MANI, S.; BODDEY, R.; SOKHANSANJ, S.; QUESADA, D.; URQUIAGA, S.; REIS, V.; HO LEM, C. The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 24, p. 461-495, 2005.

SILVA, M. B.; MORAIS, A. S. Avaliação energética do bagaço de cana em diferentes níveis de umidade e graus de compactação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.