



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

POTENCIAL BIOENERGÉTICO DE SORGOS BIOMASSA, SACARINO E FORRAGEIRO

Vanessa Aparecida Pereira Batista¹, Angélica Fátima de Barros², Vanucci Zilda Pereira Batista³, Melina Guimarães Gonçalves⁴, Leonardo Duarte Pimentel⁵

RESUMO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é visto como alternativa promissora para ser utilizado no setor bioenergético, devido suas características de cultivo, ampla diversidade de uso e sua capacidade de rebrota. Entretanto, há poucos estudos sobre o potencial de uso dos diversos tipos agronômicos de sorgo no setor bioenergético. Estimar o poder calorífero superior (PCS) e a produção total de energia dos sorgos biomassa, sacarino e forrageiro. O trabalho foi conduzido em duas safras subseqüentes, sendo realizado o primeiro e segundo cortes na safra principal e rebrota, respectivamente. Foram utilizadas amostras dos componentes físicos das plantas (panícula, folha e colmo) das cultivares de sorgo cultivados apenas na safra principal. Para cada amostra a energia potencial estimada foi obtida através da biomassa seca e do poder calorífico superior. A partir desses valores obtidos para às diferentes partes das plantas, foi estimada a energia potencial para a biomassa seca total. O PCS das partes das cultivares variou de 4220 a 4590 kcal/kg, demonstrando que há fatores intrínsecos na composição das partes das plantas que influênciam no poder calorífico superior. A energia potencial total produzida pelas cultivares de sorgo variou de 280 a 815 GJ/ha. As cultivares de sorgo biomassa BD 7607 e BRS 716 apresentaram os maiores valores de produção de energia por hectare com 815 e 654 GJ, respectivamente. Já a cultivar de sorgo forrageiro BRS 655, apresentou a menor produção de energia por hectare com 280 GJ. A cultivar BD 1615 (sorgo forrageiro) e as cultivares BRS 511 e BD 5404 (sorgo sacarino) apresentaram valores de produção de energia aproximados, com 464, 505 e 526 GJ/ha, respectivamente. Conclui-se que o poder calorífico superior foi maior nas folhas para todas as cultivares em relação aos outros componentes das plantas. As cultivares que apresentaram maior produção de massa seca/ha, pertencentes ao grupo do sorgo biomassa (BD 7607 e BRS 716), conseqüentemente também apresentaram maior produção de energia/ha.

Palavras-chaves: *Sorghum bicolor*; agroenergia; energia de biomassa.

¹ Estudante de doutorado em Produção Vegetal na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

² Estudante de doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa.

³ Estudante de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Professor no Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa – Orientador do trabalho.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

BIOENERGY POTENTIAL OF SORGHUM BIOMASS, SACCHARINE AND FORAGE

SUMMARY

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is seen as a promising alternative to be used in the bioenergy sector, due to its cultivation characteristics, wide diversity of use and its regrowth capacity. However, there are few studies on the potential use of sorghum cultivars available in the market for the bioenergy sector. Estimate the superior calorific power (PCS) and the total energy production of biomass, saccharin and fodder sorghum. The work was conducted in two subsequent harvests, with the first and second cuts in the main crop and regrowth, respectively. Samples of the physical components of the plants (panicle, leaf and stem) of sorghum cultivars cultivated only in the main crop were used. For each sample the potential energy produced was obtained through the dry biomass and the higher calorific value. From these values obtained for the different parts of the plants, the potential energy for the total dry biomass was estimated. The PCS of the parts of the cultivars varied from 4220 to 4590 kcal / kg, demonstrating that there are intrinsic factors in the composition of the parts of the plants that influence the higher calorific value. The total potential energy produced by sorghum cultivars ranged from 280 to 815 GJ / ha. The biomass sorghum cultivars BD 7607 and BRS 716 presented the highest values of energy production per hectare with 815 and 654 GJ, respectively. On the other hand, the BRS 655 forage sorghum showed the lowest energy production per hectare with 280 GJ. BD 1615 (forage sorghum) and cultivars BRS 511 and BD 5404 (sorghum) presented approximate energy production values, with 464, 505 and 526 GJ / ha, respectively. It was concluded that the superior calorific value was higher in the leaves for all the cultivars in relation to the other components of the plants. The cultivars that presented the highest dry mass / ha, belonging to the biomass sorghum group (BD 7607 and BRS 716), consequently also presented higher energy production/ha.

Keywords: Sorghum bicolor, agroenergy, biomass energy.

INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético pode ser considerado um dos exemplos mais bem-sucedidos de estratégia integrada de desenvolvimento econômico descentralizado, capaz de atingir elevado grau de sustentabilidade ao longo do tempo (Nastari, 2012). Este setor tem uma ampla contribuição no cenário nacional, desde o campo econômico pela significativa redução da importação de combustível fóssil, como no campo socioambiental pela geração de empregos e redução da emissão de gases de efeito estufa nos veículos leves.

As demandas por etanol, bioeletricidade e açúcar, nos mercados interno e externo, continuam em crescimento. Logo, é alta a demanda por matéria-prima de qualidade. Além disso, é preciso garantir o fornecimento principalmente nos



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

períodos de entressafra da cana-de-açúcar (atualmente a principal fonte de matéria-prima), garantindo assim o abastecimento durante o ano todo.

O potencial energético da biomassa é medido através do poder calorífico (Telmo & Lousada, 2011). Já o poder calorífico é a quantidade de calorías (energia) liberadas por um material em sua combustão completa, sendo esta quantidade proporcional ao peso do material queimado (Quirino, 2011). A energia contida em um combustível será maior quanto maior for o seu poder calorífico, mostrando assim a importância do conhecimento dessa propriedade para avaliação de um combustível como insumo energético.

Neste sentido, o sorgo tem sido avaliado para complementar a produção industrial na entressafra da cana. Suas vantagens são: ciclo curto de produção, facilidade de mecanização da cultura, teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e pela antecipação da colheita em 4 meses nos complexos agroindustriais. Acredita-se que esta planta seja uma alternativa técnica e economicamente viável para fornecimento de matéria-prima renovável, com custo competitivo e em grande escala nas usinas, evitando o corte antecipado de cana-de-açúcar. Contudo, são escassas as informações sobre o potencial bioenergético dos sorgos biomassa, sacarino e forrageiro.

OBJETIVO

Estimar o poder calorífero superior (PCS) e a produção total de energia dos sorgos biomassa, sacarino e forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental de Coimbra, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Coimbra-MG, situado a 20°51' de latitude Sul e 42°46' de longitude Oeste, a 720 metros de altitude. O trabalho foi conduzido em duas safras subsequentes, sendo realizado o primeiro e segundo cortes na safra principal e rebrota, respectivamente. O experimento foi conduzido durante os meses de dezembro/2014 a setembro/2015.

Foram utilizadas amostras dos componentes físicos das plantas (panícula, folha e colmo) das cultivares de sorgo cultivados apenas na safra principal. Para as plantas que possuíam colmo suculento (BD 5404, BRS 511, BD 1615), foi retirado uma amostra de 500g do colmo, à parte, e desta foi extraído o caldo em prensa hidráulica por 1 minuto com 250 kgf/cm. Após a extração, o resíduo úmido (bagaço) foi separado para análises posteriores.

As análises para determinação do PCS das amostras foram realizadas no laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. As amostras devidamente secas e moídas foram classificadas em peneiras, com malhas de 40 e 60 Mesh. A fração entre 40 e 60 Mesh foi utilizada para a análise imediata, segundo a norma ABNT NBR8112/86 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1986). A determinação do PCS de cada amostra foi dada pela combustão de 1g do material em bomba calorimétrica e o PCS foi quantificado em Kcal/Kg.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Para cada amostra a energia potencial produzida foi obtida através da biomassa seca e do poder calorífico superior. A partir desses valores obtidos para às diferentes partes das plantas, foi estimada a energia potencial para a biomassa seca total. Estimada a energia potencial por tonelada, esta foi extrapolada para uma área de 1 hectare sendo expressa em Giga joules (GJ), através da seguinte fórmula: $EP = PCS \times MST$, onde EP é a energia potencial, PCS é o poder calorífico superior e MST é a massa seca total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O poder calorífero superior (PCS) é um fator importante na geração de energia, pois reflete a quantidade de calor liberadas por um material em sua combustão completa (Quirino, 2011). O PCS das partes das cultivares variou de 4220 a 4590 kcal/kg, demonstrando que há fatores intrínsecos na composição das partes das plantas que influenciam no poder calorífico superior.

Quando se comparam os valores obtidos nas análises de poder calorífico dos genótipos avaliados com outras culturas energéticas com a mesma finalidade, como os analisados por Paula *et al.*, (2011): bagaço da cana (4274,48 Kcal/kg), caule de milho (4211,88 Kcal/kg) e eucalipto (4774 à 8248 kcal/kg), pode-se inferir que o sorgo possui um alto valor calorífico, podendo ser utilizado como fonte de matéria prima na bioenergia.

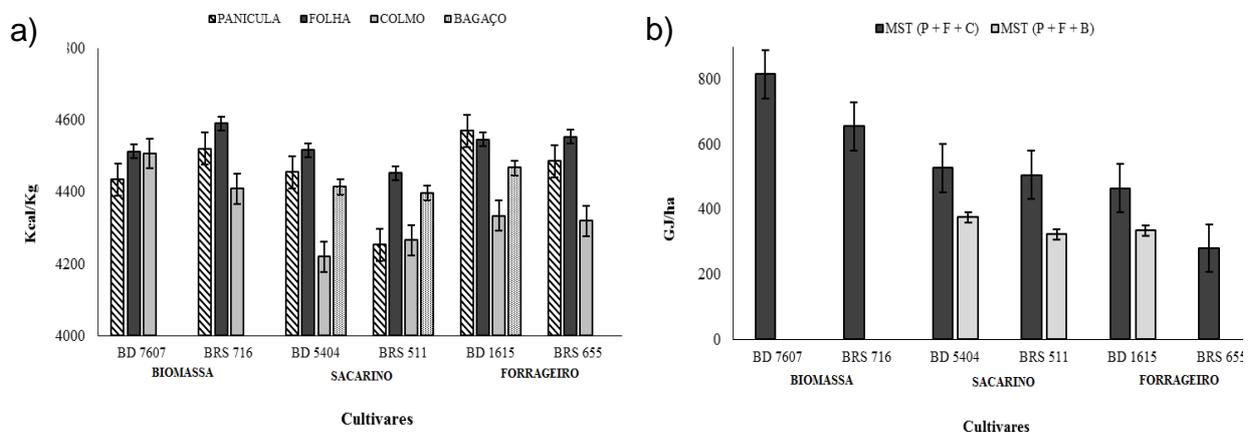


Figura 1. a) Poder Calorífico Superior (PCS) das partes da planta de seis cultivares de sorgo e b) Produção total de energia/ha/ciclo (GJ) da matéria seca total (P= panícula, F= folha, C= colmo e B= bagaço) de seis cultivares de sorgo. Coimbra-MG, 2015.

Devido ao seu elevado PCS, alguns pesquisadores asseguram que o sorgo pode ser utilizado em substituição a algumas culturas devido suas características de produção. Quando comparado ao eucalipto, o sorgo possui a vantagem de ser cultivado num curto período de tempo (4 a 8 meses) otimizando a cadeia produtiva. E quando comparado a cana-de-açúcar, o sorgo possui a vantagem de atingir 50%



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

de umidade enquanto ainda está na lavoura, ao invés de necessitar de estocagem e tratamento do bagaço como a cana-de-açúcar (Silva e Moraes, 2008).

As folhas foram os componentes que apresentaram maiores valores de poder calorífico superior. Porém vale a pena ressaltar que este componente apresentou o maior teor de cinzas, comparado às demais partes, e este quando em alta concentração pode diminuir o poder calorífico, além de causar perda de energia e afetar também a transferência de calor (Quirino *et al.*, 2005).

A energia potencial da biomassa seca de sorgo foi calculada para as cultivares em estudo, obtida pelo produto dos valores da massa seca total/ha e do poder calorífico superior de cada parte (colmo, folha, panícula e bagaço).

A energia potencial total produzida pelas cultivares de sorgo variou de 280 a 815 GJ/ha. As cultivares de sorgo biomassa BD 7607 e BRS 716 apresentaram os maiores valores de produção de energia por hectare com 815 e 654 GJ, respectivamente. Já a cultivar de sorgo forrageiro BRS 655, apresentou a menor produção de energia por hectare com 280 GJ. A cultivar BD 1615 (sorgo forrageiro) e as cultivares BRS 511 e BD 5404 (sorgo sacarino) apresentaram valores de produção de energia aproximados, com 464, 505 e 526 GJ/ha, respectivamente.

Quando foi considerada a proporção do bagaço ao invés do colmo na soma da biomassa total, para as cultivares que apresentaram o colmo suculento, pode-se observar que a produção potencial de energia foi menor com valores variando de 320 a 370 GJ/ha, isso é devido a menor proporção de massa seca presente no bagaço. Isso demonstra que mesmo apresentado maior PCS, a conversão do bagaço em energia foi menor devido a diminuição da massa do mesmo após a extração do caldo.

As cultivares de sorgo em estudo apresentaram, em média, a produção de 18 GJ de energia por tonelada de matéria seca (GJ/t) a partir da biomassa seca total. Esses resultados estão próximos dos encontrados para o bagaço de cana-de-açúcar, que apresentam valores de 17,89 GJ/t e 17,40 GJ/t (Evaristo *et al.*, 2015). Em comparação ao bagaço da cana-de-açúcar, um resíduo amplamente utilizado para a geração de bioeletricidade em parques industriais no Brasil, pode-se afirmar que o sorgo apresenta potencial bioenergético característico para ser amplamente utilizado no setor energético.

Além disto, observou-se que as cultivares mantiveram um padrão de produção da energia total em relação a produção de matéria seca total, ou seja, quanto maior foi a PMS maior foi a produção total de energia por cultivar. Podendo afirmar que há uma relação direta entre a produção de matéria seca total e a produção potencial de energia/ha das cultivares.

CONCLUSÕES

O poder calorífico superior foi maior nas folhas para todas as cultivares em relação aos outros componentes das plantas e que as cultivares que apresentaram maior produção de massa seca/ha, pertencentes ao grupo do sorgo biomassa (BD 7607 e BRS 716), conseqüentemente também apresentaram maior produção de energia/ha.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

LITERATURA CITADA

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTEL, L. D.; MOTOIKE, A. Y.; KUKI, K. N. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v. 85, p. 18-24, 2015.

QUIRINO, W. F. **Utilização Energética de Resíduos Vegetais**, 2011. Disponível em: <http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aproveitamento.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2015.

NASTARI, P. M. **Produção sustentável - A importância do setor sucroenergético no Brasil**, 2012. Revista Agroanalysis. Disponível em: <http://www.agroanalysis.com.br/3/2012/mercado-negocios/producao-sustentavel-a-importancia-do-setor-sucroenergetico-no-brasil>. Acessado em: 18 de agosto de 2015.

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. **Revista da Madeira**, v. 89, p. 100-106, 2005.

PAULA, L. E. R.; TRUGILHO, P. F.; NAPOLI, A.; BIANCHI, M.L. Characterization of Residues from Plant Biomass for use in Energy Generation. **Cerne**, v.17, p. 237-246, 2011.

SILVA, M. B.; MORAIS, A. S. **Avaliação Energética do Bagaço de Cana em Diferentes Níveis de Umidade e Graus de Compactação**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

TELMO, C.; LOUSADA, J. Heating values of wood pellets from different species. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 35, p. 2634-2639, 2011.