

Caracterização do potencial energético do caldo de capim-elefante para a produção de biogás¹

Felipe Ferreira Coelho ²
Thiago Paiva Donato ²
Guilherme Henrique da Silva ³
Marcelo Henrique Otenio ⁴
Juarez Campolina Machado ^{4,5}

Resumo: A demanda por fontes de energia limpa em substituição aos combustíveis fósseis é um tema de crescente interesse. Dentre as fontes alternativas que vêm ganhando destaque, estão as biomassas vegetais, como a do capim-elefante, espécie de elevada produção de matéria seca e alto potencial energético. O presente estudo objetivou caracterizar seis genótipos de capim-elefante pré-selecionados quanto à produtividade de caldo e ao seu valor energético. A partir das análises físico-químicas do caldo, foi possível concluir que o caldo extraído da planta, apresenta uma energia remanescente de alto valor, que pode ser aproveitada para a produção de biogás, em co-digestão anaeróbia em associação com outro substrato. Além disso, a extração do caldo proporciona a redução da umidade da biomassa do capim-elefante, aumentando o seu poder calorífico e a qualidade do combustível sólido para a queima em caldeiras, otimizando a produção energética. Ademais, é possível apontar o genótipo de capim-elefante T23.2 como o de maior destaque, com valores de produção de biomassa, rendimento de caldo e teor de sólidos solúveis totais, em níveis mais altos do que os demais genótipos.

Palavras-chave: bioenergia, biomassa lignocelulósica, forrageiras, *Cenchrus purpureus*

Characterization of the energy potential of elephant grass juice for biogas production

Abstract: The demand for clean energy sources to replace fossil fuels is a topic of growing interest. Among the alternative sources that have been gaining prominence are plant biomasses, such as elephant grass, species with high dry matter production and energy potential. The present study aimed to characterize six pre-selected elephant grass genotypes in terms of juice yield and energy value. From the physicochemical analysis of the juice, it was possible to conclude that the juice extracted from the plant presents a high-value remaining energy. This energy can be used for the production of biogas, in anaerobic co-digestion in association with another substrate. In addition, the juice extraction provides a reduction of the elephant grass biomass moisture, increasing its calorific value and the quality of solid fuel for burning in boilers, optimizing energy production. Furthermore, it is possible to point out the T23.2 genotype as the greatest highlight, with values of biomass production, juice yield and total soluble solids content, at higher levels than the other genotypes.

¹ O presente trabalho foi apresentado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, e realizado com o apoio da FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais: (a) Parte do projeto realizado por bolsistas de Iniciação Científica da FAPEMIG e CNPq.

² Graduandos em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFJF, Juiz de Fora. Bolsistas da FAPEMIG e CNPq. e-mail: ferreira.felipe@engenharia.ufjf.br; thiago.donato@engenharia.ufjf.br

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA-UFV), Viçosa. e-mail: guilherme.silva1@ufv.br

⁴ Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora. e-mail: marcelo.otenio@embrapa.br

⁵ Orientador. e-mail: juarez.machado@embrapa.br

Keywords: bioenergy, lignocellulosic biomass, forage, *Cenchrus purpureus*

Introdução

Nas últimas décadas, o uso crescente de fontes de energia provenientes da queima de combustíveis fósseis tem gerado grandes consequências para o planeta, sendo uma das principais causas do lançamento de gases poluentes na atmosfera e, conseqüentemente, das mudanças climáticas, que vêm se intensificando com o passar do tempo (IPCC, 2022). A biomassa é uma fonte de energia renovável, considerada uma alternativa viável para substituir os derivados de combustíveis fósseis, proveniente da matéria orgânica de origem vegetal ou animal, representando 9,1% da matriz elétrica brasileira (EPE, 2021).

O capim-elefante, entre os cultivos dedicados à produção de energia da biomassa, é uma fonte energética alternativa de destaque, adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil (Marafon *et al.*, 2020). Uma das formas de exploração deste material para geração de energia ocorre na queima do capim em termelétricas. Entretanto, a umidade do caldo é um limitante que demanda estudos para sua melhor utilização (Marafon *et al.*, 2020). O caldo remanescente da moagem do capim-elefante apresenta alta proporção de biomassa, tornando-se uma importante matéria-prima para a produção de biogás pelo processo de biodigestão anaeróbia (Huang *et al.*, 2019).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar e caracterizar genótipos elite do programa de melhoramento de capim-elefante da Embrapa, quanto à produtividade de caldo e seu valor energético.

Material e Métodos

Foram avaliados seis genótipos elites: BRS Capiapu, T23.1, T23.2, T41.2, T47.1 e T51.5, oriundos do programa de melhoramento de capim-elefante da Embrapa, que se destacaram para produção de bioenergia. Inicialmente, para avaliar a produtividade de cada genótipo, foi realizada a medição da massa de dez plantas de cada material com idade de 125 dias após o plantio. As amostras foram coletadas no Campo Experimental José Henrique Bruschi, em Coronel Pacheco, MG. As plantas foram cortadas rente ao solo e pesadas. Para a determinação do rendimento do caldo, as plantas foram moídas em uma moenda semi-industrial com rolos de aço inox. O caldo extraído foi coletado e obtido seu volume (em ml). e a relação volume de caldo/massa de cada genótipo (ml kg⁻¹).

As análises físico-químicas da planta, do caldo e do bagaço do capim-elefante foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Rúmen e Laboratório de Alimentos da Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora, MG. Para a caracterização de cada genótipo, foram determinados: teor de sólidos solúveis totais (°Brix), série de sólidos (ASE), pH, alcalinidade, acidez e energia bruta. As análises de variância foram realizadas e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O rendimento de caldo das variedades de capim-elefante variou de 66,7 (T23.1) a 189,1 ml kg⁻¹ (T23.2). Ressalta-se o bom desempenho do genótipo T23.2 que, além de apresentar alto rendimento de caldo, também se sobressaiu na produtividade da planta (Tabela 1), destacando o potencial energético da biomassa, com a possibilidade de aproveitamento do caldo extraído. Após a extração do caldo, ocorreu uma redução média de 16% no peso total da planta.

Em relação aos teores de sólidos solúveis (°Brix) do caldo, os genótipos variaram de 7,20 a

8,70, sendo a variedade T23.2 a que apresentou o valor mais alto (Tabela 1). Os genótipos estudados no presente trabalho resultaram em valores de teores de açúcar concordantes com os encontrados por Marafon & Machado (2021), que constataram, em acessos de capim-elefante, aos 180 dias de crescimento, valores entre 5,50 e 7,50 °Brix.

Conforme a Tabela 1, o bagaço dos genótipos apresentou, em média, 95,27% de matéria seca (MS), certificando a espécie como uma excelente alternativa de cultivo dedicado à produção de biomassa energética. Em relação ao teor de cinzas, o genótipo BRS Capiaçú (7,22%) foi superior aos demais, enquanto a variedade T41.2 foi a que apresentou o menor teor (3,69%) (Tabela 1). Os valores encontrados neste trabalho foram próximos aos de Marafon *et al.* (2016), que ressaltaram que teores de cinzas na biomassa superiores a 5% são indesejáveis no processo de combustão.

Os bagaços dos genótipos avaliados apresentaram valores de energia bruta (EB), em média, de 4221,63 kcal/kg (Tabela 1). Estes resultados são concordantes com o trabalho realizado por Martins *et al.* (2019), que encontraram valores de 4040 kcal/kg para a energia bruta do capim-elefante com idade de corte de 112 dias.

A extração do caldo do capim-elefante apresenta como principais vantagens a redução da umidade e aumento do poder calorífico da biomassa e a possibilidade de uso do caldo para a produção de biogás (Marafon & Machado, 2021).

Tabela 1. Análise de produtividade do caldo e bagaço de genótipos de capim-elefante.

Genótipo	MS bagaço (%)	Cinzas bagaço (%)	EB bagaço (kcal/kg)	Rendimento de caldo (ml kg ⁻¹)	°Brix caldo
BRS Capiaçú	95,00	7,22	4041,14	131,5	7,30
T23.1	94,95	4,84	4296,93	66,7	7,20
T23.2	95,60	5,80	4206,84	189,1	8,70
T41.2	95,47	4,81	4248,12	98,0	8,55
T47.1	95,03	3,69	4304,06	113,0	7,60
T51.5	95,55	5,92	4232,68	104,2	8,15

A composição físico-química do caldo extraído de cada genótipo está apresentada na Tabela 2. O pH ácido encontrado nos genótipos indica semelhança à faixa encontrada por Marafon & Machado (2021). De acordo com Kunz *et al.* (2019), valores de pH <6,6 inibem o crescimento de arqueas metanogênicas. A faixa ótima para os processos de digestão anaeróbia varia entre 0,3 a 0,4 da relação Al/AP (alcalinidade intermediária, devido à presença de ácidos orgânicos voláteis e alcalinidade parcial, devido à presença de bicarbonatos). Dessa forma, o caráter ácido do caldo dos genótipos analisados pode representar um fator limitante para produção de biogás, tornando-se interessante a co-digestão anaeróbia.

Para os resultados de matéria seca, foram obtidos valores <10%, que são adequados para que ocorra a digestão anaeróbia úmida, sendo favoráveis para questões hidrodinâmicas do processo (Kunz *et al.*, 2019). Os valores de sólidos voláteis totais de todos os genótipos variaram entre 82,36% (BRS Capiaçú) e 91,79% (T41.2) dos sólidos totais presentes nos caldos, representando uma alta quantidade de matéria orgânica disponível para fermentação.

A análise de energia bruta do caldo está apresentada na Tabela 2. Os resultados comprovaram que existe uma energia remanescente após a sua extração, tornando-o um substrato de interesse para co-digestão na produção de biogás.

Tabela 2. Composição físico-química do caldo de genótipos de capim-elefante.

Genótipo	pH	Relação AI/AP	ST (%)	Cinzas (%)	SVT (%)	EB (cal/kg)
BRS Capiaçú	5,64 ^{1a}	0,69 ^{ns}	7,38 ^d	1,30	6,08 ^c	307,16
T23.1	5,45 ^{bc}	0,77	8,56 ^c	1,02	7,54 ^b	391,72
T23.2	5,39 ^c	0,76	6,98 ^e	0,97	6,20 ^{cd}	302,10
T41.2	5,51 ^{abc}	0,82	8,77 ^b	0,72	8,05 ^a	409,99
T47.1	5,42 ^{bc}	0,75	9,11 ^a	1,19	7,92 ^a	392,57
T51.5	5,57 ^c	0,76	7,07 ^e	1,20	5,87 ^d	293,14

^{1*}Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns}: Não significativo.

Conclusões

Existe uma energia remanescente no caldo extraído da moagem do capim-elefante, tornando-se uma importante alternativa de substrato para a produção de biogás por meio da fermentação anaeróbia, especialmente se associado em co-digestão a outro substrato de interesse. Além disso, a extração do caldo proporciona a redução da umidade, melhorando a qualidade do combustível sólido (bagaço) por aumentar seu poder calorífico. O genótipo de capim-elefante T23.2 foi identificado como o de maior destaque, com valores de produção de biomassa, rendimento de caldo e teor de sólidos solúveis totais, em níveis mais altos do que os demais genótipos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e aos órgãos de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. **IPCC**. 2022. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>> Acesso em: 20 jul. 2022.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional. **EPE**. 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

HUANG, C., XIONG, L., GUO, H. J., LI, H. L.; WANG, C., CHEN, X. F., ZHAO, C., CHEN, X. D. Anaerobic digestion of elephant grass hydrolysate: Biogas production, substrate metabolism and outlet effluent treatment. **Bioresour. Technol.**, 2019, 283, 191–197. doi: 10.1016/j.biortech.2019.03.079

MARAFON, A. C., AMARAL, A. F. C., MACHADO, J. C., BIERHALS, A. N., PAIVA, H. L.; GUIMARAES, V. de S. Secagem solar da biomassa do capim-elefante para uso em combustão direta. In: FELSEMBURGH, C.A. (Org.). **A produção do conhecimento na engenharia florestal**. Ponta Grossa: Atena, 2020. Cap. 15. doi: 10.22533/at.ed.00620261015