

## DEMANDA ENERGÉTICA NA PRODUÇÃO DE SORGO (*Sorghum Bicolor*) PARA SILAGEM

CAMILA M. DUARTE<sup>1</sup>, LIVAN H. PEREIRA<sup>1</sup>, JOÃO PAULO B. CUNHA<sup>2</sup>,  
ANDERSON G. COSTA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. [madureira.camila@gmail.com](mailto:madureira.camila@gmail.com), [livanilson@hotmail.com](mailto:livanilson@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil, Instituto de Tecnologia -Departamento de Engenharia, Rod. BR 465, Km 7, CEP 23890-000. (+55) 21 37873750. [engbarretocunha@gmail.com](mailto:engbarretocunha@gmail.com), [andersongc7@gmail.com](mailto:andersongc7@gmail.com)

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017 30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil.

**RESUMO:** A análise energética dos sistemas de produção de silagem ganha importância à medida que ainda há dúvidas sobre a melhor forma de otimizar sua produção. O balanço energético permite identificar as energias consumidas e convertidas no processo de produção, resultando no saldo energético final do processo produtivo. O presente trabalho teve como objetivo verificar a demanda energética na produção de sorgo para silagem na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. A espécie utilizada (*Sorghum Bicolor*) foi justificada estrategicamente, pois produz silagem de boa qualidade, apresentando valor nutritivo equiparado ao da silagem de milho e com a principal vantagem do menor custo de produção, uma vez que a produtividade do sorgo é maior que a do milho. No experimento, foi realizado o estudo da demanda energética em áreas preparadas de forma convencional, sob dois aspectos: com e sem controle mecânico de espécies invasoras. Quantificou-se o coeficiente energético de cada componente envolvido (combustíveis, graxas e lubrificantes, insumos, máquinas e mão de obra) no processo de produção, de acordo com seu tempo de operação ou quantidade consumida. Com base nos resultados, concluiu-se que a área preparada sob sistema convencional com controle mecânico de invasoras obteve maior eficiência energética.

**PALAVRAS-CHAVE:** Formas de plantio. Controle de plantas invasoras. Balanço de energia. Coeficiente energético.

## ENERGY DEMAND IN THE PRODUCTION OF SORGO (*Sorghum Bicolor*) FOR SILAGE

**ABSTRACT:** The energy analysis of silage production systems is gaining importance as there are still doubts about how best to optimize their production. The energy balance allows identifying the energies consumed and converted in the production process, resulting in the final energy balance of the production process. The present research had as objective to verify the energy demand in the production of sorghum for silage in the metropolitan region of the state of Rio de Janeiro. The species used (*Sorghum Bicolor*) was strategically justified, because it produces good quality silage, presenting nutritive value similar to that of corn silage and with the main advantage of lower cost of production since grain yield is higher than maize. In the experiment, the study of the energy demand was carried out in areas prepared in a conventional way, under two aspects: with and without mechanical control of invasive species. The energy coefficient of each component involved (fuels, greases and lubricants, inputs, machines and labor) was quantified in the production process, according to its operating time or quantity

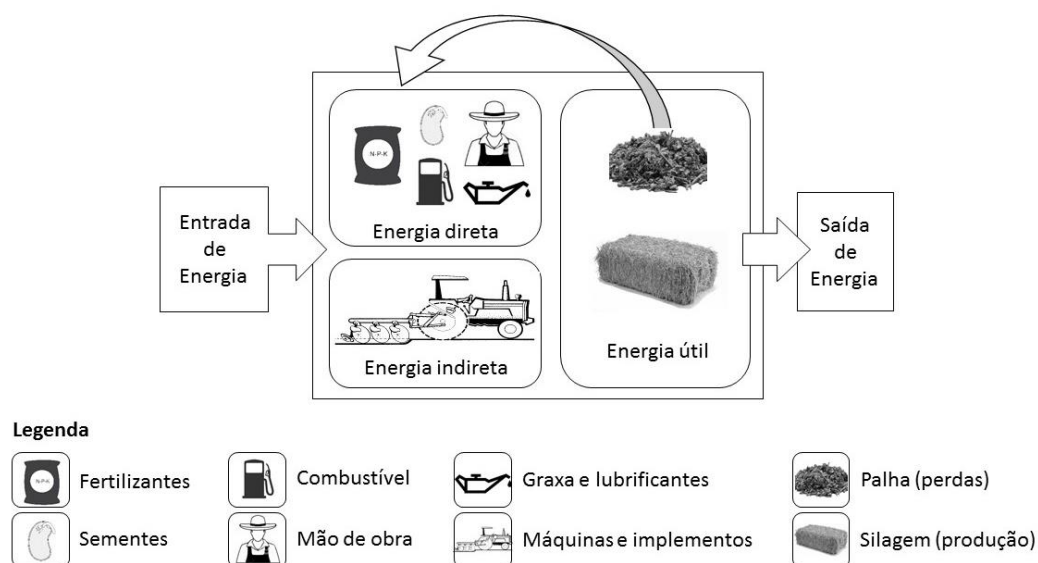
consumed. Based on the results, it was concluded that the area prepared in a conventional system with mechanical control of invasives obtained superior energy efficiency.

**KEYWORDS:** Forms of planting. Control of invasive plants. Energy balance. Energy coefficient.

**INTRODUÇÃO:** O sorgo é o quinto cereal mais importante no mundo (MARTINS, 2012). Em função do alto potencial de produção e capacidade extraordinária de suportar estresses ambientais, o sorgo tem sido uma excelente opção para produção de forragem. De acordo com Campos et al. (2009), “a produção agrícola é totalmente dependente da energia investida na cultura, devido à utilização de insumos, o emprego de máquinas, a infraestrutura e os gastos com mão-de-obra”. Souza et al. (2008) afirma que as análises de sustentabilidade devem ser baseadas na eficiência energética dos sistemas de produção, que é avaliada a partir do seu balanço energético. Tomando como base o princípio da conservação de energia, o balanço energético objetiva estabelecer os fluxos de energia da produção, identificando sua demanda total, ou seja, a eficiência refletida pelo ganho de energia e a energia necessária para a produção (CUNHA et al., 2015). O trabalho teve como objetivo comparar o coeficiente energético na produção do sorgo a partir de um plantio convencional com controle mecânico das espécies invasoras e um plantio convencional sem controle mecânico das espécies invasoras.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em Latossolo, em área de produção agrícola pertencente à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no campus Seropédica – RJ, totalizando 9 ha de área total. A cultura do Sorgo forrageiro (*Sorghum Bicolor*) foi instalada sob o sistema de plantio convencional, na qual foram realizadas as seguintes operações: 1) Preparo do solo: subsolagem + gradagem pesada + calagem; 2) Semeadura; 3) Tratos culturais: adubação de cobertura; 4) Colheita. Para efeito de comparação, foram realizados dois tratamentos que consistiam de: preparo convencional do solo, constituído de uma subsolagem e gradagem, enquanto o outro tratamento foi realizado adicionalmente o controle mecânico de invasoras antes da semeadura, por meio do uso de grade leve, possibilitando assim verificar possíveis diferenças na condução da lavoura. O balanço energético foi realizado quantificando-se as energias diretas, referentes a combustíveis, fertilizantes, sementes, mão de obra, graxa e lubrificante; e indiretas, referentes a máquinas e implementos de todo processo de produção, conforme a Figura 1.

FIGURA 1 – Fluxos de energia no sistema de produção de sorgo para os diferentes tratamentos estudados.



No que se refere ao cálculo da energia consumida por máquinas e equipamentos, utilizou-se metodologia empregada por Riquetti et al. (2012), a qual fundamenta-se na aplicação de um método baseado na depreciação energética, que com base na massa das máquinas e equipamentos utilizados, consiste em depreciá-los durante sua vida útil. Dessa forma a energia útil considerada se refere ao produto final colhido e aos restos culturais, adotando-se a metodologia de conversão energética descrita por Assenheimer et al. (2009), o balanço energético foi obtido de acordo com a transformação dos componentes de entrada e saída envolvidos na produção em unidades calóricas, seguindo-se os coeficientes energéticos estabelecidos por diferentes literaturas. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com cinco repetições, sendo analisados por análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. Para verificar a diferença entre os tratamentos, os dados quando significativos, foram analisados por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As energias consumidas (“inputs”) e convertidas (“outputs”) para cada sistema de manejo encontram-se na Tabela 1. Nota-se que as entradas de energia referentes a sementes e fertilizantes são as mesmas nos dois sistemas, visto que, as etapas de plantio e adubação foram iguais para os tratamentos avaliados. Da energia utilizada em ambos sistemas de produção, o maior consumo foi da energia direta sobre a indireta, corroborando com Martins (2015) e Assenheimer et al. (2009). Como resultado, as fontes energéticas mais expressivas foram: combustível, fertilizantes e máquinas e implementos. O fato do trator representar o maior consumo energético indireto, justifica-se por este ser a força motriz primordial para a execução de todos os tratos culturais. (MARTINS, 2015)

TABELA 1 – Entradas e saídas energéticas (MJ ha<sup>-1</sup>) em cada sistema de manejo de solo.

Descrição energia (MJ ha <sup>-1</sup> )	Sistemas de manejo do solo	
	Plantio Convencional	Plantio Convencional + Controle Mecânico
<i>Energia Direta</i>		
Mão-de-obra	214,436	215,751
Sementes	228,140	228,140
Óleo Diesel	8.394,737	8.473,477
Lubrificantes	108,519	109,224
Graxa	27,917	28,226
Fertilizantes	3.684,668	3.684,668
<i>Energia Indireta</i>		
Trator	1.834,971	1.849,092
Implementos	634,106	640,462
<i>Saídas de Energia</i>		
Palha	139.538,111	163.631,023
Produção	526.558,910	617.475,557

De acordo com o balanço energético dos diferentes sistemas (Tabela 2), o plantio convencional teve menor consumo energético em relação ao sistema com adoção de controle mecânico (diferença de 101,55 MJ ha<sup>-1</sup>) gerando, entretanto, 114.908,01 MJ ha<sup>-1</sup> a menos de energia líquida, resultando uma eficiência 7,26 % menor. Tal elevação da eficiência é motivada pela intervenção mecânica na instalação de plantas invasoras no terreno, com base em sua eliminação. Este fato, de acordo com Rodrigues et al. (2010) explica-se porque as plantas

daninhas promovem perdas na produtividade, através da competição por recursos limitados do meio, dificultando a colheita e hospedando pragas e doenças, além de exercer pressão de natureza alelopática.

TABELA 2 – Balanço energético e eficiência energética dos diferentes sistemas de manejo.

Sistema de Plantio	Entrada (MJ ha <sup>-1</sup> )	Saída (MJ ha <sup>-1</sup> )	Energia Líquida (MJ ha <sup>-1</sup> )	Eficiência Energética (%)
Convencional	15.127,49	666.097,02	650.969,53	44,0 a
Convencional + Controle Mecânico	15.229,04	781.106,58	765.877,54	51,3 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. \*Significativo.

**CONCLUSÃO:** De acordo com o balanço energético estudado, o fator que mais contribuiu para o dispêndio energético foi o combustível devido ao número de operações mecanizadas realizadas. Dentre os tratamentos avaliados, o sistema convencional com o adicional controle mecânico de invasoras mostrou-se energeticamente mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

- ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A. T.; GONÇALVES JÚNIOR, A. F. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 3, p. 443-455, 2009.
- CAMPOS, A. T. et al. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology** (ISSN 1984 - 3801), v. 02, n. 02, p.38 - 44, mai/agos. 2009.
- CUNHA, J. P. B. et al. Demanda energética de diferentes manejos de solo no cultivo de milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 808-817, May/June. 2015.
- MARTINS, M. A. **Estimativa de produtividade das culturas do milho e do sorgo a partir de modelos agrometeorológicos em algumas localidades da região nordeste de Brasil**. Tese (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 97 f. 2012.
- MARTINS, F. G. L. et al. Análise energética da produção de milho para silagem cultivado em diferentes espaçamentos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 30, n.4, p.418-428, outubro-dezembro, 2015.
- RIQUETTI, N. B.; BENEZ, S. H.; SILVA, P. R. A. Demanda energética em diferentes manejos de solo e híbridos de milho. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.27, n.2, p. 76-85, 2012.
- RODRIGUES, A. C. P. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Revista Planta Daninha**. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010.
- SOUZA, J.L. et al. Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, out/dez. 2008.