

ANÁLISE ENERGÉTICA DO CONSÓRCIO MAMONA COM AMENDOIM

Fábio Aquino de Albuquerque¹, Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão¹, Natássya Nyuska Cabral de Lima², José Ronilmar de Andrade², Emanuelle Barros Sobral de Melo²

¹Embrapa Algodão, fabio@cnpa.embrapa.br, napoleão@cnpa.embrapa.br,

²UFCG, natassya.nyuska@hotmail.com; ronilmar_andrade@hotmail.com;

emanuelle-sobral@hotmail.com

RESUMO - O consórcio mamona + amendoim é um dos mais interessantes para produção de biodiesel, tanto pelo fato do amendoim ser uma oleaginosa apta para sua produção, mas também pelo fato de poder incorporar nitrogênio no solo, contribuindo assim para a redução da dependência desse insumo tão demandante energeticamente. Objetivou-se com este trabalho avaliar os sistemas de consórcios da mamoneira com o amendoimzeiro, adubado e não adubado, de maneira a verificar alguns aspectos da sustentabilidade destes sistemas. Os coeficientes técnicos para os sistemas em estudo seguiram as recomendações da Embrapa Algodão. Para efeito de cálculo os valores referentes a insumos, máquinas e mão-de-obra foram convertidos em kcal para uniformização das operações. Pôde-se constatar que os sistemas estão com saldo positivo, mas não tão elevados. No caso do sistema sem adubação e eficiência energética foi de 3,32, baixo se comparado com outros sistemas produtivos, inclusive da própria mamona. A situação se agrava no modelo com adubação, pois essa mesma eficiência foi de apenas 1,93.

Palavras-chave: Biodiesel, agricultura familiar, adubação nitrogenada, sustentabilidade energética.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do sistema agrícola pode ser mensurada de diversas formas. Comumente utiliza-se a análise econômica para tanto. Entretanto, uma forma de avaliar a sustentabilidade de um sistema de produção é através da análise energética do sistema. Este procedimento é bastante comum na indústria, porém no setor agrícola ainda é pouco utilizado. Este fato tem mudado, ultimamente, devido à importância de algumas culturas destinadas a produção de biocombustíveis.

O balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando a demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada. Quantificando-se todos os insumos utilizados e produzidos que são transformados em unidades de energia. A estimativa dos balanços de energia e de eficiência energética são importantes instrumentos no monitoramento da agricultura ante o uso de fontes de energia não renováveis (BUENO et al., 2000).

A eficiência é medida pelo balanço de energia ou pela relação *output/input*, a qual é conduzida determinando-se a quantidade de energia obtida na forma de produto em relação à energia cultural utilizada no sistema para produzi-lo (HEITSCHMIDT et al., 1996). A saída de energia é determinada pela conversão direta do rendimento de produtos (kg de grãos) em energia (kcal ou kJ). A entrada de

energia é de natureza mais complexa, incluindo amplos e variados tipos de energia, como a gasta pelo trabalho humano, transporte de insumos e produtos, gasta na manufatura das máquinas, implementos e insumos agrícolas, entre outros, cuja identificação e quantificação exata são mais difíceis de serem feitas.

Bowman (1980) apresentou e discutiu alguns dados da relação entre o *input* e o *output* de energia em diferentes sistemas de produção vegetal, e observou que naqueles associados à produção de subsistência, o balanço de energia cultural tende a ter valores positivos mais altos que nas de padrão mais intensivo e de caráter comercial (em tomo de 14 vs 1,5). Isso também é demonstrado pela comparação de diferentes sistemas de produção de arroz e de milho, onde os sistemas com maior *input* têm um maior rendimento de grãos por área, mas têm um balanço energético com valores positivos mais baixos que os sistemas com menor *input* (FAO, 1980; HEITSCHMIDT et al., 1996). Albuquerque et al. (2007), verificaram o algodoeiro apresentou uma variação de 1,00 e 4,5 na relação *output/input* em diferentes sistemas de cultivo para os estados do Mato Grosso e Ceará, sendo aqueles menos intensos em entrada de energia os mais eficientes.

A avaliação da energia gerada nos processos agrícolas seja para alimentar a população, ou como combustível, para substituir os derivados de petróleo, permite verificar se o setor agrícola está ou não, cumprindo esses objetivos, ou de que forma poderia ser conduzido (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1983).

Das várias atividades presentes nos agroecossistemas e que consomem energia cultural, destacam-se a irrigação, a manufatura dos fertilizantes químicos, o uso de combustíveis e a fabricação da maquinaria agrícola (PIMENTEL et al., 1973). Dentre os fertilizantes químicos, os adubos nitrogenados destacam-se por geralmente serem adicionados em maiores quantidades, quando comparados aos potássicos e fosfatados, e por consumirem maior quantidade de energia fóssil para sua manufatura (FAO, 1980).

Dentre as culturas que tem recebido incentivos para a produção de biodiesel a mamona e a soja têm sido as mais importantes. A mamoneira é largamente cultivada no estado da Bahia, mas agora tem se projetado para os outros estados do Nordeste como mais uma fonte de renda, entretanto muito se discute sua eficiência devido ao fato de muitas vezes não ser compatível com outras atividades desenvolvidas na pequena propriedade rural, principalmente a criação de animais. Assim, o sistema de cultivo consorciado surge como uma alternativa viável, principalmente se a cultura consorte for também produtora de óleo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a relação saída/entrada de energia no sistema de cultivo da mamoneira consorciado com amendoim, visando subsidiar medidas para melhoria do sistema produtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os coeficientes técnicos para o sistema produtivo foram obtidos a partir de recomendações técnicas preconizadas pela Embrapa Algodão.

As variáveis de entrada e saída foram convertidas em quilocaloria (kcal) para efeito de uniformização dos cálculos. Um quilo de semente de mamona encerra 4544,6 kcal e de amendoim 5850 kcal. Para fabricação de adubos nitrogenados, fosfatados e potássicos são gastos 14930 kcal/kg, 2300 kcal/kg e 2190 kcal/kg, respectivamente. Para o calcário tem-se 398,9 kcal/kg. Inseticidas, herbicidas e formicidas apresentaram valores de 74300 kcal/kg, 83090 kcal/kg e 21340 kcal/kg, respectivamente. Um trabalhador rural consome em torno de 225 kcal por hora trabalhada e considerou-se uma jornada de trabalho de oito horas/dia. Um animal consome aproximadamente 1575 kcal/h. O consumo de combustível foi de 6,0 l/hora e o óleo diesel tem um valor energético de 9583 kcal/l. Para mensurar a quantidade de energia fóssil embutida nas máquinas e equipamentos, utilizou-se a Demanda Energética Específica (DEE) segundo a metodologia de Ulbanere e Ferreira (1988) e Freitas et al. (2006), assim para um trator com 65 cv de potência a DEE foi de 4322,70 kcal/h. Assim, foram calculados os seguintes índices:

- Eficiência energética: $E.E. = \frac{\text{Energia contida no produto final} - \text{Energia consumida na produção}}{\text{Energia consumida na produção}}$;
- Balanço energético: $B.E. = \text{Energia contida no produto final} - \text{Energia consumida na produção}$ e a
- Relação output/input.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois sistemas estudados mostraram-se positivo do ponto de vista energético. Sendo que o consórcio adubado foi o mais demandante de energia, principalmente fóssil (Tabela 1). Da energia fóssil consumida neste sistema, 48% foi em virtude da adubação nitrogenada. Entretanto, deve-se salientar que o amendoim tem a capacidade de incorporar nitrogênio no solo, o que pode a médio e longo prazo minimizar o uso desse insumo em plantios subseqüentes, desde que outras práticas sejam realizadas. Outro componente que pesou na demanda energética foi o calcário contribuindo com 21% do consumo energético. Observou-se ainda uma significativa contribuição das sementes de amendoim na demanda energética dos sistemas, representando cerca de 80% da energia biológica de ambos os sistemas.

A significativa contribuição das sementes de amendoim na demanda energética deve-se principalmente ao fato do elevado consumo (70kg) e seu elevado valor energético, 5850 kcal/kg. No sistema sem adubação o calcário contribuiu com 47%, seguido das sementes de amendoim com 24%, da energia consumida no sistema. No sistema adubado o nitrogênio contribuiu com 41%, seguido pelo calcário e pelas sementes de amendoim, com 22% e 11%, respectivamente.

Das culturas que podem ser consorciadas com a mamoneira o amendoim desponta como uma das mais interessantes, tanto pela possibilidade de produzir óleo para produção de biodiesel, que daria mais de 1000 kg de óleo/ha (EMBRAPA, 2006), como pela incorporação de nitrogênio no solo, via raízes e também pela destruição dos restos culturais. Um impedimento seja, talvez, o elevado custo das suas sementes.

CONCLUSÃO

Os sistemas estão com saldo positivo, indicativo da boa resposta das culturas ao consumo de energia fóssil. Entretanto, deve-se atentar para a melhoria na dependência da adubação nitrogenada, que quando aplicada é responsável por boa parte da demanda energética. Um bom desempenho da etapa agrícola poderá creditar a etapa industrial para que se possa obter um biocombustível com menor consumo de energia fóssil e de maneira mais sustentável e menos emissora de gás carbônico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, D. G. **Análise energética do algodoeiro na agricultura familiar em diferentes regiões nos estados do Ceará e do Mato Grosso do Sul.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 16 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 116).

BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanço de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo. In: AVANCES en Ingeniería Agrícola. Buenos Aires : Editorial Facultad de Agronomía, 2000. p.477-482.

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista. Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 30, t. 1 e 2, p. 63-115, 1983.

EMBRAPA ALGODÃO. **Consórcio mamona+amendoim.** Embrapa Algodão, Campina Grande-PB, 2006. 1 Folder.

FAO. **Energia para la agricultura mundial**. parte 2: los flujos energéticos en la agricultura. Roma, 1980. p. 43-94. (Colección FAO: Agricultura, 7.).

FREITAS, S. M., OLIVEIRA, M. D. M., FREDO, C. E. Análise comparativa do balanço energético do milho em diferentes sistemas de produção. In: CONGRESSO DA SOBER, 64., Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Sober, 2006, p. 1-13. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=6832> Acesso em: 05 abr. 2007.

HEITSCHMIDT, R. K., SHORT, R. E., GRINGS, E. E. Ecosystems, sustainability, and animal agriculture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 1395-1405, 1996.

PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crises. **Science**, New York, v. 182, p.443-449, 1973.

ULBANERE, R. C.; FERREIRA, W. A. Análise do balanço energético para a produção de milho no estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 4, n. 1, p. 35-42, 1988.

Tabela 1. Dispêndio energético para cultivo da mamoneira consorciada com amendoim, com e sem adubação.

Consórcio sem adubo			Consórcio com adubo		
Tipo de energia	Entradas		Tipo de energia	Entradas	
	kcal	%		kcal	%
Biológica		31	Biológica		14
Sementes	436767,6		Sementes	436767,6	
Semeadura	9000		Semeadura	9000	
Colheita e beneficiamento	37800		Colheita e beneficiamento	37800	
Aplicação de inseticidas	3600		Aplicação de inseticidas	3600	
Capinas manual	27000		Capinas manual	27000	
Capinas animal	6750		Capinas animal	6750	
			Aplicação de fertilizantes	3600	
Fóssil		69	Fóssil		86
Combustível	172494		Combustível	172494	
Aração e Gradagem	12968,1		Aração e Gradagem	12968,1	
Inseticida	148600		Inseticida	148600	
Formicida	42680		Formicida	42680	
			Fertilizantes	1936500	
Total	1695459,7	100	Total	3635559,7	100
Energia do produto (mamoma + amendoim)	7327464		Energia do produto (mamoma + amendoim)	10668630	
Eficiência energética	3,32		Eficiência energética	1,93	
Balanco energético	5632004,3		Balanco energético	7033070,3	
Entrada/saída de energia	4,32		Entrada/saída de energia	2,93	