

ANÁLISE ENERGÉTICA DAS OPERAÇÕES DE CULTIVO DA MANDIOCA NO MÉDIO PARANAPANEMA, ESTADO DE SÃO PAULO (*Manihot esculenta* Crantz)

Diones Assis Salla¹; Fernanda de Paiva Badiz Furlaneto²; Claudio Cabello³; Ricardo Augusto Dias Kanthack²

¹Aluno do curso de Pós-graduação em Agronomia - Energia na Agricultura - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) Faculdade de Ciências Agrônômicas. E-mail: diones.salla@gmail.com; ²Pesquisadores Científicos, APTA Médio Paranapanema, Assis/SP, Caixa Postal: 263, CEP: 19.800-000, E-mail: fernandafurlaneto@apta regional.sp.gov.br e kanthack@apta regional.sp.gov.br ; ³Professor, Pesquisador e Diretor do Centro de Raízes e Amidos Tropicais - CERAT/UNESP, Caixa Postal 237, 18610-307 Botucatu, SP, dircerat@fca.unesp.br.

PALAVRAS-CHAVE: energia na agricultura, custo energético-operacional, mandiocultura.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da mandioca tem importância social, econômica e cultural e, como as demais espécies produtoras de energia, seu cultivo vem sendo incrementado pelos avanços tecnológico assegurando-lhe o *status* de cultura comercial, sendo seu amido utilizado em diversos produtos industrializados.

A avaliação dos *inputs* energéticos das operações de cultivo e de transporte das raízes de mandioca é importante para estimar a energia investida no sistema de produção, identificar os pontos de desperdícios energéticos e os componentes que podem ser substituídos por outros de maior eficiência, além de melhorar a visibilidade sobre o balanço energético desse recurso amiláceo, edificando um novo suporte científico à produção de energia de forma sustentável. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a energia empregada nas operações de cultivo e transporte da mandioca na região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

As matrizes dos coeficientes técnicos foram elaboradas com base em informações coletadas em maio e junho de 2007 junto aos técnicos da indústria Halotek Fadel, localizada no município de Palmital/SP, pesquisadores da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios do Médio Paranapanema (APTA), sediada no município de Assis/SP e produtores rurais representantes das tecnologias da região do Médio Paranapanema. Analisou-se a produção da mandioca cultivada com 2 ciclos vegetativos, produtividade de 33 toneladas por hectare, plantio convencional, aplicação de calcário, adubação (plantio e cobertura), herbicidas (2 vezes),

inseticidas (2 vezes), capina manual (1 vez), capina mecânica (3 vezes) e colheita semi-mecanizada.

Os gastos energéticos com as operações mecanizadas foram calculados a partir do consumo de óleo diesel, cujo coeficiente energético equivale a 57,6 MJ L⁻¹ (Pimentel, 2003; Patzek, 2004) e a mão-de-obra 1,2 MJ h⁻¹, sendo a jornada de trabalho de 8 horas (Comitre, 1993). Para o material de propagação adotou-se o índice de 494,0 MJ ha⁻¹ determinado por Silva et al. (1978). Os conteúdos energéticos do calcário, herbicidas e inseticidas correspondem a 0,2 MJ kg⁻¹, 302,0 MJ kg⁻¹, 306,6 MJ x kg⁻¹, respectivamente (Bueno, 2002). Na conversão das unidades físicas de N total, P₂O₅ e K₂O em equivalentes energéticos utilizou-se os índices de 73,3 MJ kg⁻¹ para o N (Campos, 2001); 13,9 MJ kg⁻¹ para o P₂O₅ (Mercier, 1978) e 9,2 MJ kg⁻¹ para o K₂O (Shapouri et al., 2002). Para a adubação de cobertura determinou-se o valor de 7,2 MJ kg⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cultivo da mandioca para indústria no sistema de plantio convencional e colheita semi-mecanizada as operações que apresentaram mais custos energéticos foram as de preparo do solo e corte do material de propagação; plantio e adubação e colheita, por demandarem mais horas de serviço e trabalho manual. As capinas manuais e mecânicas, executadas 4 vezes durante o ciclo de produção, responderam por 9,0% do gasto energético operacional. As aplicações de defensivos e herbicidas representaram 4,1% do custo energético em virtude do baixo número de aplicações necessárias para o controle insetos e plantas invasoras. A poda, conduta técnica controversa até os dias atuais, mostrou um dispêndio energético de 1,1% do custo total, indicando que este procedimento não compromete a viabilidade da atividade do ponto de vista energético. O consumo de energia para o transporte das manivas e das raízes para a indústria de processamento equivale a 7,2% do gasto total das operações para o cultivo da mandioca, conforme demonstra na Tabela 1.

Tabela 1. Energia utilizada nas operações mecanizadas e manuais para cultivo da mandioca para indústria, plantio convencional, por hectare, região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo.

Itens	Operações mecanizadas e manuais (mandioca para indústria)	
	MJ x ha ⁻¹	%
Preparo do solo e corte das manivas	2.062,1	32,2
Plantio e adubação	789,1	12,3
Capina	576,0	9,0

Aplicação de defensivos e herbicidas	265,0	4,1
Poda	69,1	1,1
Colheita	2.183,0	34,1
Transporte	460,8	7,2
Total	6.405,1	100,0

Fonte: Dados de pesquisa, 2007.

Observa-se que dentre os insumos envolvidos no sistema de produção da mandioca, que totalizaram $9.808,6 \text{ MJ ha}^{-1}$, o óleo diesel, os fertilizantes e os herbicidas foram os principais responsáveis pelo consumo energético (Figura 1). O combustível de origem fóssil ($6.405,1 \text{ MJ ha}^{-1}$) apresentou alto percentual em relação aos demais itens, em virtude da cultura demandar baixa quantidade de fertilizantes e defensivos. Os fertilizantes apresentaram um custo reduzido ($1.632,3 \text{ MJ ha}^{-1}$), o que mostra que a mandioca é uma espécie que se adapta as condições edafoclimáticas locais, principalmente quanto aos elementos minerais disponíveis no solo. Verificou-se que a maior dependência energética está no potássio e a menor no nitrogênio. Por ser pouco exigente em nitrogênio e por ser este elemento o de maior conteúdo energético dentre os demais fertilizantes, a mandioca destaca-se entre os cultivos amiláceos de maior competitividade. O gasto com herbicidas, equivalente a $875,8 \text{ MJ ha}^{-1}$, pode ser reduzido com uso diversificado de princípios que aumentam a eficiência do procedimento e a reduz do número de capinas.

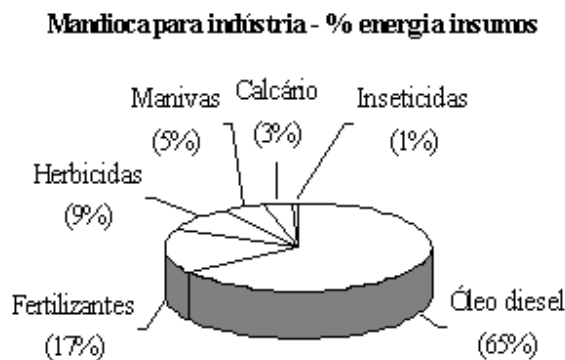


Figura 1. Composição energética relativa dos insumos utilizados no cultivo da mandioca para indústria, plantio convencional, região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo.

CONCLUSÕES

Para a cultura da mandioca, na região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, as operações que mais demandaram energia estão relacionadas ao preparo do terreno, preparo das manivas, plantio/adubação e colheita.

Por ser um cultivo destinado a grandes indústrias, a cultura da mandioca mostra-se bastante dependente aos insumos, principalmente os de origem fóssil, onde boa parte do consumo energético é oriundo de fontes externas de energia. Entretanto, o conjunto de operações necessárias ao cultivo da mandioca é bastante simplificado.

A adoção de técnicas alternativas de produção como o plantio direto, o uso biocombustíveis e adubações orgânicas podem minimizar ainda mais o gasto energético empregado nas operações, mostrando que os limites a serem conquistados pelo setor mandioqueiro são bastante amplos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, O. C. **Eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista/UNESP. Botucatu, 2002

CAMPOS A. T. **Balço energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite**. 2001. 236p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Botucatu, 2001.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da soja na região de Ribeirão Preto-SP**. 1993. 152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/ Planejamento Agropecuário) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, 1993.

MERCIER, J. R. **Energie et agriculture, le choix ecologique**. Paris: Debard, 1978. 187p.

PATZEK, T. W. Thermodynamics of the corn-ethanol biofuel cycle. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.23, n.6, p. 519-567, 2004.

PIMENTEL, D. Ethanol fuels: Energy balance, economics, and environmental impacts are negative. **Natural Resources and Research**, vol.12, p.127–134, 2003.

SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J. A.; WANG, M. **The energy balance of corn ethanol: an update**. U.S. Department of Agriculture - Office of Energy Policy and New Uses, Washington. 2002. 19p.

SILVA, J. G.; SERRA, G. E. Energy balance for ethyl alcohol production from crops. **Science**. Washington, v. 201, n. 4358, p. 903-906, Sept.,1978.