

## BALANÇO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO SAFRINHA EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE NO OESTE DO PARANÁ

Valter Bezerra DANTAS<sup>1</sup>, Dirceu de MELO<sup>1</sup>; Marlene Cristina de OLIVEIRA<sup>1</sup>; Juliano Rodrigo LAMB<sup>1</sup>; Joaquim Odilon PEREIRA<sup>2</sup>; Jair Rosa da SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aluno do Curso de mestrado em Engenharia Agrícola - UNIOESTE - Cascavel – PR, e-mail: dirceu\_de\_melo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Professor Associado, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) da UNIOESTE, Grupo de Pesquisa SIMASCOMP, Cascavel, PR. , e-mail: [jodilon@unioeste.br](mailto:jodilon@unioeste.br)

<sup>3</sup> Instituto Agrônomo de Campinas e-mail [jairrosas@iac.sp.gov.br](mailto:jairrosas@iac.sp.gov.br)

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

**RESUMO:** O balanço energético permite identificar todas as possíveis entradas e saídas de energia num processo de produção, obtendo o saldo energético do sistema. A determinação de melhores estratégias para optar pelo sistema de produção agrícola depende de uma análise das condições ambientais específicas para a cultura e da eficiência energética, proporcionando melhores estratégias de administração do sistema. O objetivo deste trabalho foi realizar o balanço energético dos sistemas de produção de milho e soja em dois anos de cultivos consecutivos, numa propriedade agrícola, com sistema de plantio direto, na Região Oeste do Paraná. As entradas e saídas de energia das operações agrícolas foram calculadas pelo poder calorífico do material envolvido em cada sistema de produção. A eficiência energética foi obtida pelo índice entre a quantidade de energia total de saída e entrada em todas as etapas. Os resultados indicaram que os gastos com colheita e transporte e o uso intensivo de herbicidas nos dois sistemas de produção contribuíram para o aumento do consumo de energia.

**PALAVRAS CHAVES:** balanço energético, eficiência energética, consumo de energia.

**ABSTRACT:** The energy balance permits to identify all the possible energy input and output in the systems of the agricultural production. The determination of better strategies to opt for the agricultural system depends on analysis of the specific environmental conditions for the culture and of the energy efficiency, providing better strategies of administration of the system. The objective of this work was carry out the energy balance of the corn and soy productions systems in two years of consecutive management, on the direct drilling in a farmer on the West Parana State. The energy inputs and outputs were determined through the caloric power of the material involved in each phase of the process. The energetic efficiency was obtained performing the ratio between the total amounts of outputs and inputs of energy in every phase. The results indicated that the expense with harvest and transport and the intensive use of herbicides in the two systems contributed for the increase of the consumption of energy.

**KEYWORDS:** energy balance, energy efficiency, energy input.

**1 INTRODUÇÃO:** A pesquisa científica e a conseqüente evolução tecnológica modificaram o conceito básico de identificação de poder, admitindo também, além do balanço contábil nacional, o chamado balanço energético. Esse balanço é apresentado de maneira a identificar todas as possíveis entradas e saídas de energia num processo de produção, possibilitando identificar se o setor específico apresentou saldo energético favorável. O elevado consumo energético de origem fóssil, também na agricultura (BEBER, 1989), tem incentivado estudos que demonstraram metodologias capazes de contabilizar as energias produzidas e as consumidas em determinado sistema de produção, possibilitando o cálculo da eficiência energética de produtos agrícolas, isto é, o índice que expressa, em calorias, para cada unidade de energia investida no processo produtivo quantas unidades de energia

são produzidas. Segundo PIMENTEL (1980), a soja é a mais importante fonte de proteína suplementar para os animais, além de ser importante fonte de proteína comestível para o homem. O milho produz, relativamente, grande quantidade de nutrientes alimentares por unidade de área cultivada e pode ser cultivado sob grande variação de condições ambientais, incluindo tipo de solo, teor de água do solo e temperatura ambiente. A quantidade de energia necessária para produção de milho varia com o sistema de cultivo e o nível de tecnologia aplicada. O aumento da criação de animais, principalmente, aves e suínos, na região Oeste do Paraná, tem como consequência o desenvolvimento gradativo do parque agro-industrial, aumentando o consumo de soja e milho. Este trabalho teve o objetivo de fazer o balanço energético dos sistemas de produção de soja e milho safrinha durante dois anos de cultivos consecutivos em uma pequena propriedade, trabalhada a oito anos com sistema de plantio direto, na Região Oeste do Paraná.

**2 MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi conduzida numa propriedade agrícola localizada no Município de Medianeira, região Oeste do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 25°33'S e Longitude 54°00'W com altitude de 456 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, (EMBRAPA, 1999) nos anos agrícolas de 2001-2002 e 2002-2003. A área do experimento vinha sendo cultivada há oito anos com sistema de plantio direto de soja no verão e milho na safrinha. Os dados de entrada de energia com insumos nos sistemas de cultivo para cada cultura foram coletados em todo o processo de produção considerado os gastos desde a semeadura até a colheita sendo estes gastos com insumos para as culturas, sementes, adubos, agrotóxicos, bem como o levantamento de gastos com combustível, óleo lubrificante, graxa e manutenção dos equipamentos envolvidos no processo. Na avaliação de balanço energético do por meio de entradas e saídas de energia do sistema de produção agrícola foram consideradas as energias diretas e indiretas para cada componente do processo de produção obtidas a partir do poder calórico da matéria-prima envolvida no processo. Para o cálculo da energia necessária para fabricação dos fertilizantes e defensivos, máquinas e implementos agrícolas, valor energético do óleo diesel e lubrificante e a energia contida na semente de soja e milho, foram adotada a metodologia de PIMENTEL (1980). A semeadura de soja e milho safrinha foi realizada em uma área de 14 ha com as operações para a soja de semeadura e adubação; aplicação de herbicida e inseticida e fungicida; colheita e transporte. Para o milho as operações de aplicação de uréia; semeadura e adubação; aplicação de herbicida, inseticida; colheita e transporte.

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados dos componentes energéticos de entrada e saída de energia e a eficiência na produção de soja e milho na safra 2001-2002 e 2002-2003 são mostrados, respectivamente, nas tabelas 1 e 2. A tabela 1 mostra que consumo de energia direta teve maior participação no sistema de produção de soja, 6,38%, enquanto no sistema de produção de milho o consumo de energia direta foi de 4,45%. O óleo diesel foi o elemento que mais contribuiu, com um consumo de 172.782 kCal ha<sup>-1</sup> (6,10%) para o cultivo da soja, contra 113.469 kCal ha<sup>-1</sup> (4,21%) para o cultivo do milho. No entanto, se verifica uma inversão na participação de gastos com energia indireta, tendo o sistema de produção de milho consumido 50,37% (1.358.393 kCal ha<sup>-1</sup>), enquanto no sistema de produção de soja houve um gasto de energia indireta de 42,98% (1.216.820 kCal. ha<sup>-1</sup>) do total de energia gasta. No primeiro caso, os resultados podem ser explicados pelo maior tempo de trabalho gasto nas operações agrícolas no cultivo da soja (4,69 h ha<sup>-1</sup>) utilizando-se máquinas mais pesadas, enquanto na produção de milho foram gastas apenas 2,83 h ha<sup>-1</sup>. O fator que teve maior reflexo sobre o consumo de energia indireta, no cultivo de milho, foi o nitrogênio que apresentou um gasto de 70.320 kCal ha<sup>-1</sup>, sendo o consumo deste insumo superior a 10 vezes com a produção de milho (713.740 kCal ha<sup>-1</sup>). As máquinas e implementos agrícolas tiveram maior participação do total de energia consumida na produção de soja (50,33%) com relação ao valor consumido para a produção de milho no campo (44,95%). Deste percentual maior parte tem reflexo nos gastos com energia para colheita e transporte, sendo 49,21% e 44,21% consumidas respectivamente com a produção de soja e milho. A mão de obra embora tenha contribuído com pequena parcela de energia consumida, o cultivo de soja necessitou de mais trabalho braçal que o milho, respectivamente, 8.523 e 6.206 kCal ha<sup>-1</sup>. A energia total consumida na produção de soja foi de 2.831.004 kCal ha<sup>-1</sup>, enquanto que para produção do milho foi consumido 2.696.822 kCal ha<sup>-1</sup>, obtendo-se o equivalente energético de 15.477.742 kCal há<sup>-1</sup> na produção final de soja e de 11.931.429 kCal há<sup>-1</sup> na produção de milho. O coeficiente de eficiência energética da produção de soja foi de 5,47 e de 4,42 da produção de milho. No segundo ano de produção, os índices mantiveram a mesma tendência (Tabela 2), apresentando eficiência energética

de 5,41 para soja e um acréscimo para o milho 4,85. Verifica-se que houve pequeno acréscimo no consumo de energia indireta para produção de soja no segundo ano de 1.216.820 para 1.309.787

**Tabela 1.** Entradas e saídas de energia em um sistema de produção de soja e milho no período 2001 – 2002 em uma propriedade rural da região Oeste do Paraná.

Produto	Soja					Milho			
	Un.	Un./ha	Valor kcal	Total/ha	(%)	Un./ha	Valor kcal	Total/ha	(%)
<b>Entradas</b>									
Energia direta									
Óleo	l	18,76	9210	172782	6,10	12,32	9210	113469	4,21
Lubrificante	l	0,48	9205	4418	0,16	0,38	9205	3498	0,13
Graxa	kg	0,34	10320	3509	0,12	0,30	10320	3096	0,11
<b>Sub total</b>				<b>180709</b>	<b>6,38</b>			<b>120063</b>	<b>4,45</b>
Energia indireta									
Sementes	kg	62,07	4022	249646	8,82	18,03	3480	62744	2,33
Nitrogênio	kg	5,86	12000	70320	2,48	59,47	12000	713740	26,47
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	87,93	3000	263790	9,32	44,93	3000	134790	5,00
K (K <sub>2</sub> O)	kg	46,90	1600	75040	2,65	27,65	1600	44240	1,64
Herbicida	kg	3,83	99910	382655	13,52	3,38	99910	337696	12,52
Inseticida	kg	1,79	86910	155569	5,50	0,75	86910	65183	2,42
Fungicida	kg	0,90	22000	19800	0,70				
<b>Sub total</b>				<b>1216820</b>	<b>42,98</b>			<b>1358393</b>	<b>50,37</b>
Máq. e equip. agrícolas									
Trator Valmet 68	h	4,69	5174	24266	0,86	2,83	5174	14642	0,54
Semeadora	h	0,89	4374	3893	0,14	0,83	4374	3631	0,13
Pulverizador	h	2,76	1367	3773	0,13	1,00	1367	1367	0,05
Espalhador Uréia	h					0,50	547	273	0,01
Serviço colheita	kg	250,14	4022	1006063	35,54	256,95	34800	894186	33,16
Transporte	kg	96,21	4022	386957	13,67	85,65	3480	298062	11,05
<b>Sub total</b>				<b>1424952</b>	<b>50,33</b>			<b>1212161</b>	<b>44,95</b>
Mão de obra	h	16,55	515	8523	0,30	12,02	515	6206	0,23
Total de entrada Energia				<b>2831004</b>	100			<b>2696822</b>	100
Total de saída de Energia		3849	4022	<b>15477742</b>		3429	3480	<b>11931429</b>	
Eficiência energética				<b>5,47</b>				<b>4,42</b>	

**Tabela 2.** Entradas e saídas de energia em um sistema de produção de soja e milho no período 2002 – 2003 em uma propriedade rural da região Oeste do Paraná.

Produto	Soja					Milho			
	Un.	Un./ha	Valor kcal	Total/ha	(%)	Un./ha	Valor kcal	Total/ha	(%)
<b>Entradas</b>									
Energia direta									
Óleo	l	18,76	9210	172782	5,79	11,86	9210	109232	3,32
Lubrificante	l	0,48	9205	4418	0,15	0,34	9205	3130	0,10
Graxa	kg	0,34	10320	3509	0,12	0,28	10320	2890	0,09
<b>Sub total</b>				<b>180709</b>	<b>6,06</b>			<b>115251</b>	<b>3,50</b>
Energia indireta									
Sementes	kg	56,9	4022	228852	7,67	20,69	3480	72001	2,19
Nitrogênio	kg	5,17	12000	62040	2,08	64,21	12000	770520	23,39
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	77,59	3000	232770	7,80	61,79	3000	185320	5,63
K (K <sub>2</sub> O)	kg	41,38	1600	66208	2,22	35,31	1600	56496	1,72
Herbicida	kg	5,70	99910	569487	19,09	4,14	99910	413627	12,56
Inseticida	kg	1,66	86910	144271	4,84	0,55	86910	47801	1,45
Fungicida	kg	0,28	22000	6160	0,21	0,34	22000	7480	0,23
<b>Sub total</b>				<b>1309787</b>	<b>43,90</b>			<b>1553295</b>	<b>47,16</b>
Máq. e equip. agrícolas									
Trator Valmet 68	h	4,69	5174	24266	0,81	2,96	5174	15315	0,46
Semeadora	h	0,89	4374	3893	0,13	0,83	4374	3631	0,11
Pulverizador	h	2,76	1367	3773	0,13	1,04	1367	1422	0,04
Espalhador Uréia	h					0,50	547	273	0,01
Serviço colheita	kg	260,90	4022	1049340	35,17	344,48	3480	1198790	36,40
Transporte	kg	100,34	4022	403567	13,53	114,83	3480	399608	12,13
<b>Sub total</b>				<b>1484839</b>	<b>49,76</b>			<b>1619039</b>	<b>49,16</b>
Mão de obra	h	16,55	515	8523	0,29	11,86	515	6108	0,19
Total de entrada de Energia				<b>2983859</b>	100			<b>3293694</b>	100
Total de saída de Energia		4013,79	4022	<b>16143463</b>		4593	3480	<b>15983988</b>	
Eficiência energética				<b>5,41</b>				<b>4,85</b>	

kCal ha<sup>-1</sup>. Embora se verifique redução de consumo energético com sementes e fertilizantes a herbicida foi o fator de contribuição importante para o aumento de consumo de energia indireta, aumentando de 382.655 para 569.487 kCal há<sup>-1</sup> do primeiro para o segundo ano de safra de soja. Os gastos com colheita e transporte também foram as outras variáveis que apresentaram maior reflexo no aumento do consumo total de energia com máquinas e equipamentos agrícolas de 1.424.952 kCal ha<sup>-1</sup> no primeiro ano para 1.484.839 kCal ha<sup>-1</sup> no segundo ano, acarretando maior energia consumida neste último ano. Verifica-se que embora tenha ocorrido a saída de maior quantidade de energia 16.143.463 kCal ha<sup>-1</sup> na produção de soja do segundo ano, o maior consumo 2.983.859 kCal ha<sup>-1</sup> contribuiu para diminuir a eficiência energética para 5,41. Para a cultura do milho se constata aumento da eficiência energética de 4,42 no primeiro ano para 4,85 no segundo ano de cultivo. Os índices mostram que os gastos com colheita e transportes foram importantes para o aumento do consumo de energia 1.192.248 kCal ha<sup>-1</sup> no primeiro ano para 1.598.398 kCal ha<sup>-1</sup> no segundo ano. Considerando-se ainda a energia total consumida nos dois sistemas de produção (soja e milho, tabelas 1 e 2) excetuando-se o consumo de energia com colheita e transporte, verifica-se que ocorreu tendência de redução dos índices percentuais de energia direta e indireta com valores respectivamente de 6,38% - 6,06% e 42,98% - 43,90% na produção de soja do primeiro para o segundo ano, e de 4,45% - 3,50% e 50,37% - 47,16% na produção de milho do primeiro para o segundo ano. A redução dos índices entre si, com relação à tabela anterior, pode ser explicada pela agregação de energia que leva em consideração tanto a energia proveniente do combustível como aquela despendida na fabricação de insumos. Como a semeadura direta tende a utilizar herbicidas mais intensamente, a energia contida neste insumo e os gastos com a colheita e transportes diluíram a diferença entre os índices.

**CONCLUSÕES :** Os resultados obtidos permitem concluir que os gastos com colheita e transporte e o uso intensivo de herbicidas nos dois sistemas de produção foram os elementos que apresentaram maior contribuição para o aumento do consumo de energia. Os índices percentuais provenientes do consumo de energia direta e indireta reduziram do primeiro para o segundo ano em ambos os sistemas de produção. A agregação de energia proveniente de combustível despendido na fabricação de herbicidas, bem como, àquela consumida na colheita e transporte dos produtos, diluíram as diferenças entre os índices do primeiro para o segundo ano de cultivo. Houve um aumento da eficiência energética no sistema de produção de milho no segundo ano de cultivo e redução desse índice no sistema de produção de soja.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEBER, J. A. C. *Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais*. Santa Maria, Dissertação (Mestrado em Extensão Rural), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 295p, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- PIMENTEL, D. *Handbook of energy utilization in agriculture*, Library of Congress, Washiton, D. C. CRC Press, 1980, 475p.