

## **14551 - Balanço energético do cultivo da alface em sistema de produção de base ecológica, nas condições do Brejo Paraibano**

*Energetic balance of the cultivation of lettuce in the ecological based production system in conditions Brejo in Paraiba*

FERREIRA, Luiz Leonardo<sup>1</sup>; PORTO, Vania Christina Nascimento<sup>2</sup>; SILVA, Joyce Reis<sup>3</sup>; PAIVA, Jacinto Rômulo Guedes de<sup>4</sup>; ALENCAR, Renato Dantas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido, [leoagrozo@hotmai.com](mailto:leoagrozo@hotmai.com); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido, [vania@ufersa.edu.br](mailto:vania@ufersa.edu.br); <sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, [joycereissilva@gmail.com](mailto:joycereissilva@gmail.com); <sup>4</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido, [romulo\\_guedes10@hotmail.com](mailto:romulo_guedes10@hotmail.com); <sup>5</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Norte, [renato.alencar@ifrn.edu.br](mailto:renato.alencar@ifrn.edu.br)

**Resumo:** O balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando a demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada. Objetivou-se com o trabalho verificar o balanço energético do cultivo da alface em sistema de produção de base ecológica, nas condições do Brejo Paraibano. As mudas foram desenvolvidas em ambiente protegido e em bandejas de isopor. Na adubação utilizou-se de esterco bovino curtido. A irrigação foi feita por microaspersão. Os dados foram coletados e tabulados, onde todas as variáveis energéticas foram contabilizadas em quilocaloria (kcal), e os dados analisados mediante estatística descritiva. O balanço energético para a cultura da alface apresentou sustentabilidade energética para as condições avaliadas.

**Palavras-chave:** Agroecologia; Cultivos orgânico; *Lactuca sativa* L; Sustentabilidade.

**Abstract:** The energy balance is to establish energy flows, identifying the total demand and efficiency, reflected by the net gain and the ratio output / input. The objective of the study was to verify the energy balance for lettuce production system based ecological conditions of Brejo. The seedlings were grown in a greenhouse and in trays. Fertilization was used for cattle manure. Irrigation was made by micro. Data were collected and tabulated, where all variables are accounted for in energy kilocalorie (kcal), and data were analyzed with descriptive statistics. The energy balance for the lettuce presented sustainability for the conditions evaluated.

**Keywords:** Agroecology; Organic croppings; *Lactuca sativa* L; Sustainability.

### **Introdução**

Nas últimas décadas, a agricultura tem priorizado a alocação de quantidades cada vez maiores de energia nos sistemas produtivos, visando aumentar os rendimentos físicos (SOUZA et al., 2008), onde os gastos de energia na produção de alimentos, especialmente para hortaliças, muitas vezes tem sido maior do que o retorno energético dos produtos (SOUZA et al., 2007).

Em sistema convencional, surge à agricultura de base ecológica, que propõe a utilização de insumos de origem biológica ou pouco industrializados (SOUZA et al., 2011). Os insumos de origem biológica podem ser resultantes de processos de reutilização ou reciclagem e tendem a apresentar menores gastos de energia e maior eficiência energética que sistemas convencionais (SOUZA et al., 2007).

O ideal tecnológico da agricultura orgânica deve atender aos requisitos de sustentabilidade ambiental e energética, priorizando o uso de materiais e insumos de fontes renováveis de energia no processo produtivo (SOUZA et al., 2011).

Segundo os autores a disponibilidade e o consumo de energia podem ser avaliados por meio da conversão e do balanço de energia.

Sendo assim o balanço energético visa estabelecer os fluxos de energia, identificando a demanda total e eficiência, refletida pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada; nesse processo, quantificam-se todos os insumos utilizados e produzidos que são transformados em unidades de energia (CAMPOS e CAMPOS, 2004).

Entretanto, constata-se uma limitação em trabalhos científicos dedicados ao estudo do fluxo de energia em sistemas orgânicos, principalmente, envolvendo espécies de hortaliças e estudos sobre os custos energéticos dos diversos componentes dos sistemas de produtivo (SOUZA et al., 2011).

Objetivou-se com o trabalho verificar o balanço energético do cultivo da alface em sistema de produção de base ecológica, nas condições do Brejo Paraibano.

### **Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido no Sítio Pitiá entre os meses de março a junho de 2011, localizado no município de Areia-PB, microrregião do Brejo Paraibano, cujas coordenadas são 6°58'12" S e 35° 42' 15" W e altitude de 619 m, acima do nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo As' quente e úmido com chuvas de outono inverno e período de estiagem de cinco a seis meses. O solo foi caracterizado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006).

As mudas foram desenvolvidas em bandejas de isopor com 128 células ( $3,2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-3}$ ). No processo de produção das mudas estas foram preenchidas com substrato ( $\frac{1}{2}$  de esterco bovino curtido +  $\frac{1}{2}$  composto orgânico) e niveladas ao seu compartimento máximo. Cada célula recebeu centralmente três sementes e aos 12 dias após a semeadura foi feito o desbaste, deixando uma plântula por célula.

Na adubação, foi utilizada apenas matéria orgânica a base de esterco bovino curtido utilizando  $4 \text{ L m}^{-2}$ , aplicado sete dias antes do plantio de forma uniforme em todo o canteiro, e com 20 dias após o transplantio foi realizado a adubação de cobertura em um quantitativo de  $1 \text{ L planta}^{-1}$ , distribuído circularmente ao redor das plantas da alface, foram feitas duas capinas realizadas quinzenalmente, após transplante.

A irrigação foi feita por microaspersão, sendo utilizadas mangueiras fixas de meia polegada ( $1/2''$ ). Os microaspersores foram espaçados a cada três metros na linha e entre filas, com vazão de  $60 \text{ L h}^{-1}$  com um período de rega de três horas diárias, em dois turnos sendo manhã e tarde.

As sementes utilizadas foram adquiridas junto ao mercado local da cultivar Americana Delícia. As mudas foram a campo com 21 dias após o semeio. As plantas foram espaçadas de  $40 \times 40 \text{ cm}$  em canteiros de 1,2 m de largura e 0,5 m de entre rua, totalizando  $44.117 \text{ plantas ha}^{-1}$ , com rendimento médio de  $400 \text{ g cabeça}^{-1}$ . O período do semeio a colheita foram de 60 dias.

Os dados coletados ocorreram em duas especificações: a entrada energética foi baseada nas necessidades de insumos, técnicas de manejo e cultivo da propriedade em estudo e seus respectivos valores energéticos, aliado a contabilizações energéticas de mão de obra de cunho humano ( $\text{dia homem}^{-1}$  ( $\text{d H}^{-1}$ ), todas as atividades foram devidamente cronometradas e validadas energeticamente de acordo com (SOUZA, 2006); e saída energética considerou-se a venda da unidade de alface produzida de acordo com a NEPA (2011).

Ao final do trabalho os dados foram coletados e tabulados, onde todas as variáveis energéticas foram contabilizadas em quilocaloria (kcal) (SOUZA, 2006), e os dados analisados mediante estatística descritiva.

### **Resultados e discussão**

A TABELA ilustra a quantidade de energia extraída pelo sistema de produção da alface. Percebe-se que o fator embalagem foi quem tendenciou maior consumo energético (49,29%). Souza et al. (2011), avaliando os custos energéticos dos diversos componentes do sistema de produção, destacando as participações relativas das embalagens no total de energia gasta na produção de 10 culturas em sistema orgânico de produção, verificaram que a utilização de embalagens plásticas para hortaliças orgânicas representa alto custo energético do sistema de produção. Os autores ressaltam que a opção por sistemas de comercialização e venda de hortaliças orgânicas que dispensem o emprego de embalagens plásticas, pode aumentar a eficiência energética, elevando o balanço energético médio de 2,84 para 5,18 kcal.

No consumo energético pelos insumos destacou-se o esterco bovino com 20,54%. Este valor foi inferior ao somatório da variável serviço, descrito por nove atividades, desde o preparo do solo ao transporte interno, que totalizaram 24,62%. Valor este distinto do encontrado no trabalho de Souza et al. (2007) que teve um índice de 10,6% no cultivo orgânico de batata inglesa. Souza et al. (2008) encontraram que a participação da adubação orgânica com composto variou de 9,2% no tomate até 24,1% na abóbora, encerrando uma média de 17,2% no sistema orgânico.

No consumo energético da variável serviço, constatou-se que a prática de classificação (3000 kcal) foi a que apresentou menor gasto e a prática de adubação de cobertura (100800 kcal) o maior consumo de energia, esses valores representaram 0,21% e 6,90%, respectivamente, do total da entrada energética. Para Souza et al. (2008) a participação dos principais componentes foi disposta em: composto orgânico (28,8%), irrigação (21,1%), sementes e mudas (20,7%) e serviços manuais (18,5%).

Foi verificado que a produção primária (output) praticamente correspondeu ao somatório de todas as fontes de entrada de energia (input) envolvidas no processo de produção. Foi obtido então um gasto total de 1460624,5 kcal e produzido 1588212,0 kcal, estes dados proporcionam um balanço energético de 1,01, ou seja, a cada 1 kcal investido foi produzido 1,01 kcal através da parte comerciável da alface o que tendenciou a sustentabilidade energética do sistema de produção orgânico da alface no Brejo Paraibano. Segundo Quesada e Beber (1990), isso caracteriza um balanço positivo dos sistemas de manejo de solo e de rotação de

culturas. No entanto, se o sistema não fizesse uso de embalagens plásticas no beneficiamento da alface, o balanço energético tenderia quase a duplicação.

TABELA. Coeficientes energéticos médios da produção de 01 hectare de alface em sistema orgânico de produção no Brejo Paraibano. Areia, 2011

Especificações	Unid.	Valor Unitário (kcal)	Gastos		
			Quant.	Valor total (kcal)	%
<b>ENTRADA</b>					
<b>INSUMOS</b>					
Esterco bovino	t	15000	20	300000	20,54
Sementes	kg	7613	0,5	3806,5	0,26
Subtotal	-	-	-	303806	20,80
<b>SERVIÇOS</b>					
Manual					
Preparo do solo	D/H	2400	30	72000	4,93
Distribuição do esterco	D/H	3200	25	80000	5,48
Produção de mudas	D/H	1500	03	4500	0,31
Plantio	D/H	1500	10	15000	1,03
Adubação em cobertura	D/H	3600	28	100800	6,90
Capinas	D/H	2400	20	48000	3,29
Colheita	D/H	2400	13	31200	2,14
Classificação	D/H	1000	03	3000	0,21
Transporte interno	D/H	2400	0 2	4800	0,33
Subtotal	-	-	-	359300,00	24,62
<b>OUTROS</b>					
Irrigação					
Gasto de água	m <sup>3</sup>	113	686	77518	5,31
Embalagem Plástica	kg	9000	80	720000	49,29
Subtotal				797518,00	54,60
<b>Total da Entrada</b>	-	-	-	1460624,5	100
<b>SAÍDA</b>					
Alface	kg	90	17646,8	1588212,0	100
<b>Total da Saída</b>	-	-	-	1588212,0	100
Balanço energético = 1,01					

t= tonelada; kg= quilograma; D/H= dia/homem, equivalente há 8 horas diariamente; m<sup>3</sup>= metro cúbico; Unid= unidade; Quant.= quantidade.

Souza et al. (2008), ressalva que as embalagens plásticas, por representarem alto dispêndio energético (exceto para a cultura da abóbora), foram as principais responsáveis pela limitação da eficiência nos cultivos orgânicos, e que a redução ou eliminação destes custos favoreceriam grandemente o balanço energético.

Assenheimer et al. (2009), realizando uma análise energética de sistemas de sucessão na produção da soja convencional e orgânica no município de São Miguel

do Iguaçu, estado do Paraná, observaram a conversão energética definida como a razão entre a energia convertida e a energia consumida foi superior para o sistema convencional, apresentando resultado de 7,81. Já o sistema orgânico apresentou valor igual a 4,40, representando 56,34% da produção convencional.

Santos et al. (2003), acharam os maiores índices de conversão energética e de balanço energético ocorrem nos sistemas de manejo conservacionistas, cultivo mínimo e plantio direto, em comparação com os sistemas de preparo convencional de solo, com arado de discos e de aivecas.

### **Conclusões**

O processo de produção que requereu a maior demanda energética foi na embalagem com 49,29% dos gastos totais energéticos, ao passo que o menor foi a classificação com 0,21%.

O balanço energético para a cultura da alface apresenta sustentabilidade energética para as condições de trabalho.

### **Agradecimentos**

Ao Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA e Secretaria de Agricultura Familiar – SAF, ao Núcleo de Pesquisa e extensão em Agroecologia – NUMA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, pelo inestimável apoio.

### **Referencias Bibliográficas**

- ASSENHEIMER, A.; CAMPOS, A.T.; JÚNIOR, A.C.G. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. **Ambiência**, Guarapuava, v.5, n.3, p.443-455, 2009.
- CAMPOS, A.T.; CAMPOS, A.T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1977-1985, 2004.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro de Nacional de Pesquisa de Solos. 2006. 306p.
- QUESADA, G.M.; BEBER, J.A. C. Energia e mão-de-obra. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v.11, n.62, p.21-26, 1990.
- NEPA. TACO: **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4.ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – UNICAMP, 2011. 164p.
- SANTOS, H.P.; IGNACZAK, J.C.; LHAMBY, J.C.B.; CARMO, C. Conversão e balanço energético de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre-RS, v.9, n.1-2, p.113-119, 2003.
- SOUZA, J.L.; CASALI, V.W.D; SANTOS, R.H. Embalagens plásticas ameaçam a eficiência energética na produção de hortaliças orgânicas. **Idesia**, Enero, v.29, n.1, p.7-14, 2011.
- SOUZA, J.L. **Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças**. 2006. 219f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2006.

SOUZA, J.L.; CASALI, V.W.D.; SANTOS, R.H.S.; CECON, P.R. Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.26, n.4, p.433-440. 2008.

SOUZA, J.L.; SANTOS, R.S.; CASALI, V.W.D. Análise energética em cultivos orgânicos de batata. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre-RS, v.2, n.2, p.1183-1186, 2007.