

# Conversão e Balanço Energético de Sistemas de Produção para Cereais de Inverno, Sob Plantio Direto

*Henrique Pereira dos Santos, Renato  
Serena Fontaneli, Roberto Serena  
Fontaneli*

*Capítulo 11*

## Introdução

O balanço energético constitui importante instrumento para tomada de decisão em relação à adoção de novas técnicas e manejos agropecuários, com destaque para aquelas com potencial para economizar energia e aumentar a eficiência de insumos, reduzindo custos em sistemas de produção que apresentam uso energético intensivo em suas várias formas (CAMPOS & CAMPOS, 2004). Assim, a geração de informação específica para espécies em sistemas de manejo de solo e rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos torna-se de grande valia.

Análise energética de agrossistemas tem por objetivo descrever os fluxos de energia, seu funcionamento e determinar o grau de eficiência energética a partir de medidas parciais,

relacionando apenas com a terra, o trabalho ou o capital (DE MORI, 1998). A análise de fluxo energético requer a unificação do produto de diferentes fontes e conversores de energia, como máquinas, trabalho humano e combustível, em uma mesma unidade calórica (COMITRE, 1995).

Assim, define-se balanço de energia como atividade ou instrumento destinado a contabilizar a energia disponível e a energia consumida em determinado sistema de produção. Seu objetivo principal é traduzir em unidades ou equivalente energético os fatores de produção e os intermediários, possibilitando a construção de indicadores comparáveis entre si, que permitam a intervenção no sistema produtivo visando melhorar eficiência (BUENO et al., 2000). Todavia, nem todo produto tecnológico usado em propriedades rurais apresenta eficiência energética. Estudos realizados por Quesada et al. (1987) e por Zentner et al. (1984), identificaram espécies vegetais que tiveram balanço energético negativo.

Ainda são escassos os trabalhos no Brasil sobre a conversão e o balanço energético comparando espécies e cultivos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas ou de sistemas de rotação de culturas ou sistemas integração lavoura + pecuária (SANTOS et al., 2000b, 2001). Diversos trabalhos estudaram espécies isoladamente (QUESADA et al., 1987; QUESADA & BEBER, 1990; MONEGAT, 1998). Neste capítulo serão apresentados trabalhos sobre esquemas de rotação de culturas ou de tipos de manejo de solo combinados com rotação de culturas, ou ainda de sistemas de produção de grãos ou sistemas de produção integração lavoura + pecuária, envolvendo cereais de inverno, quanto aos aspectos de produtividade cultural (rendimento de grãos dividido pelo consumo de energia), conversão e balanço energético.

## Conversão e balanço energético de sistemas de rotação de culturas de cereais de inverno

Os primeiros trabalhos que contabilizaram os processos de obtenção dos índices das culturas (aveia branca, cevada, milho, soja e trigo) mais importantes usados na agricultura, bem como a energia gasta nas principais operações de campo (semeadura, tratos culturais e colheita) são relatados por Pimentel (1980). Assim, Weaver (1980), Bukantis & Goodman (1980) e Briggie (1980) estimaram os índices de conversão energética dos seguintes cereais de inverno: aveia branca, 1,06 Mcal/ha, cevada, 1,03 Mcal/ha e trigo, 0,98 Mcal/ha, respectivamente.

Nos trabalhos de Santos & Reis (1994, 1995), com esquemas de rotação de culturas para cevada e para trigo envolvendo outros cereais de inverno e de verão, sob plantio direto, no município de Guarapuava, PR, primeiramente, foram determinados índices de produtividade cultural para cada espécie: aveia branca (1,34 a 1,38 Mcal/ha), cevada (1,28 a 1,45 Mcal/ha), ervilhaca (0,15 Mcal/ha), linho (0,69 a 0,72 Mcal/ha), milho (3,37 a 3,74 Mcal/ha), soja (1,70 a 1,90 Mcal/ha), trigo (1,20 a 1,24 Mcal/ha) e tremoço (0,07 Mcal/ha).

As culturas de cobertura de solo e de adubação verde de inverno foram as espécies que mostraram menor índice de eficiência energética. Entre as culturas que produzem grãos, o linho foi a espécie que mostrou menor eficiência energética e cevada, aveia branca e trigo, foram as que mostraram maior eficiência energética. Como o linho gerou rendimento de

grãos relativamente baixo, isto, por sua vez, repercutiu diretamente na eficiência energética, que pode não ter respondido à energia ofertada. A cultura de milho mostrou maior índice de eficiência energética do que a de soja. Porém, o índice da cultura de soja foi superior ao das culturas de inverno.

Santos & Reis (1994, 1995) determinaram também índices de produtividade cultural de cereais de inverno e de verão, em sistemas de rotação com cevada: monocultura (1,28 Mcal/ha), um inverno (1,44 Mcal/ha), dois invernos (1,36 Mcal/ha) e três invernos sem cevada (1,38 Mcal/ha); e com trigo: monocultura: (1,20 Mcal/ha), um inverno (1,21 Mcal/ha), dois invernos (1,24 Mcal/ha) e três invernos sem trigo (1,22 Mcal/ha). Cada unidade de caloria investida na cevada e no trigo em rotação rende mais do que em monocultura. Nesse caso, tanto as espécies de inverno como as de verão são analisadas conjuntamente, dentro de cada sistema de rotação de culturas.

Posteriormente, os sistemas de rotação de culturas foram avaliados, nos períodos de 1984 a 1988 e de 1989 a 1993, com cevada envolvendo cereais de inverno e de verão (I: cevada/soja; II: cevada/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja; III: cevada/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja; e IV: cevada/soja, ervilhaca/milho, linho/soja e aveia branca/soja) (SANTOS et al., 1996a), e com trigo envolvendo cereais de inverno e de verão (I: trigo/soja; II: trigo/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja; III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; e IV: trigo/soja, leguminosas/milho, cevada/soja e aveia branca/soja) (SANTOS et al., 1996b) na forma de sistemas como um todo. A análise conjunta dos

índices de produtividade cultural foi aplicada a essas duas seqüências, devido às alterações efetuadas nos sistemas II e III, a partir de 1990. A comparação dos vários sistemas por meio de contrastes, indicou diferenças significativas entre as médias dos mesmos, somente no período de 1984 a 1989. Nesse caso, o índice de produtividade cultural foi mais elevado nos sistemas de rotação (cevada: sistemas II: 2,19, III: 1,89 e IV: 1,81 Mcal/ha; e trigo: sistemas: II: 2,20, III: 1,91 e III: 1,83 Mcal/ha), em comparação à monocultura de cevada (1,54 Mcal/ha) e de trigo (1,52 Mcal/ha). Os sistemas foram comparados dois a dois. E, o sistema com um inverno sem cevada ou trigo (cevada/soja e ervilhaca/milho; trigo/soja e ervilhaca/milho) foi mais eficiente energeticamente do que os demais sistemas de rotação.

No município de Agudo e Cachoeira do Sul, RS, a conversão e o balanço energético para algumas espécies foram estudados separadamente (QUESADA et al., 1987). De acordo com esses autores, a conversão e o balanço energético tiveram os seguintes valores, respectivamente: arroz irrigado (3,66 e 119.379 Mcal/ha), cana-de-açúcar (5,78 e 40.188 Mcal/ha), fumo (0,01 e 323 Mcal/ha), mandioca (11,37 e 145.594 Mcal/ha), milho (6,86 e 149.594 Mcal/ha), soja (2,02 e 504.528 Mcal/ha) e trigo (1,89 e 316.014 Mcal/ha).

Os trabalhos apresentados a seguir tratam da conversão energética e do balanço energético, em sistemas de manejo de solo e rotação de culturas ou sistema de produção de grãos, ou ainda sistemas de produção integração lavoura + pecuária. Como energia disponível ou receita energética (Mcal/ha), considerou-se a transformação em energia do rendimento de grãos, da quantidade de N na matéria seca, ou ainda ma-

téria seca das pastagens. Como indicador da energia consumida ou energia cultural (Mcal/ha), estimou-se a soma dos coeficientes energéticos correspondentes aos corretivos, fertilizantes, sementes, fungicidas, herbicidas, inseticidas, vacinas e suplementos minerais para animais usados, quando foi o caso, em cada sistema, bem como a energia consumida pelas operações (manejo de solo, quando foi o caso, semeadura, adubação, aplicação de defensivos e colheita). A conversão energética resulta da divisão da energia disponível (Mcal/ha) pela consumida (Mcal/ha), em cada manejo de solo, de rotação de cultura, ou ainda de cada sistema de produção de grãos ou mistos. O balanço energético resulta da diferença entre a energia disponível (Mcal/ha) e a consumida (Mcal/ha).

Santos et al. (2007) avaliando sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas envolvendo cereais de inverno e de verão, no município de Passo Fundo, RS, após sete anos, observaram que para conversão e balanço energético, o plantio direto (72,44 e 190.766 Mcal/ha, respectivamente) mostrou maiores índices do que o cultivo mínimo (64,06 e 167.349 Mcal/ha, respectivamente) e o manejo com preparo convencional de solo com arado de discos (54,35 e 134.982 Mcal/ha, respectivamente) e com arado de aivecas (52,02 e 128.159 Mcal/ha, respectivamente). O cultivo mínimo situou-se numa posição intermediária nos referidos índices. A maior conversão energética do plantio direto, em relação aos sistemas de preparo convencionais de solo, pode ser explicada, em parte, pela redução das demandas energéticas decorrentes da diminuição do número de operações agrícolas (ZENTNER et al., 1991; BURT et al., 1994; HERNÁNZ et

al., 1995; BORIN et al., 1997). Além disso, Hetz & Melo (1997) relatam que o acréscimo no rendimento de grãos das culturas (milho e trigo) e, conseqüentemente, da eficiência energética do sistema plantio direto aumentam com o passar do tempo. Os índices de conversão e balanço energético para os sistemas sob rotação de culturas (trigo/soja e ervilhaca/milho: 66,62 e 154.832 Mcal/ha, respectivamente; trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja: 66,62 e 162.002 Mcal/ha, respectivamente) foram mais eficientes energeticamente do que a monocultura de trigo (43,55 e 136.246 Mcal/ha, respectivamente). De acordo com Pellizzi (1992), o cultivo de cereais em monocultura tende a consumir de 1 a 3% mais energia do que em rotação de culturas devido à necessidade de controle de moléstias.

Em adição aos estudos de Santos et al. (2007), foi observado nos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas avaliados, índices de conversão energética positivos, revelando que todos os sistemas produziram mais energia do que consumiram. Nesse caso, os sistemas avaliados podem ser considerados sustentáveis do ponto de vista energético.

Os valores superiores a unidade (1,0) de conversão ou de balanço energético são considerados conversores positivos de energia. De acordo com Quesada & Beber (1990), isso caracterizou balanço positivo entre todos os sistemas estudados acima. Quando o valor for menor que 1,0, o balanço energético é negativo. Assim, neste método de avaliação todos os sistemas que obtiverem valores de conversão ou balanço energético acima da unidade podem ser considerados sistemas sustentáveis, do ponto de vista energético.

## **Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos de cereais de inverno**

Deve-se considerar que um sistema de produção agrícola processa e transforma recursos ambientais em energia, segundo um conjunto de técnicas, com o objetivo de tornar disponíveis ao homem produtos vegetais e animais (DE MORI, 1998). Pode-se mensurar o desempenho produtivo desse sistema de produção ou sistemas integração lavoura + pecuária mediante avaliação do grau de eficiência técnica das transformações energéticas ocorridas no sistema.

A eficiência técnica consiste na habilidade da unidade agrícola em gerar o máximo produto possível para um dado conjunto de insumos e tecnologia sob as condições ambientais na qual a mesma se situa (DE MORI, 1998). Do ponto de vista agrônomo, a eficiência técnica tem sido avaliada sob o aspecto das transformações energéticas por meio da conversão e do balanço energético (SANTOS et al., 2000a), o que agrega um referencial ecológico de longo prazo às análises de eficiência nas transformações de insumos em produtos (DE MORI, 1998).

No trabalho realizado por Santos et al. (2000a), no período de 1987 a 1989 e de 1990 a 1991, em Passo Fundo, RS, com sistemas de produção de grãos envolvendo cereais de inverno e de verão, sob plantio direto, foram propostos e estudados cinco sistemas de produção de grãos para triticales: I (triticales/soja); II (triticales/soja e aveia preta ou aveia branca/soja); III (triticales/soja e ervilhaca/milho); IV (triticales/soja, aveia

preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho); e V (triticale/soja, triticale/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho). Os autores observaram somente diferenças entre as médias dos sistemas para conversão e balanço energético, respectivamente, no primeiro período. O sistema III apresentou conversão (9,30) e balanço energético (23.860 Mcal/ha) maiores do que os demais sistemas estudados (I: 5,38 e 18.067 Mcal/ha; II: 5,02 e 13.790 Mcal/ha; IV: 8,12 e 19.875 Mcal/ha; e V: 7,37 e 19.264 Mcal/ha, respectivamente). Os sistemas foram comparados dois a dois. O sistema de produção com um inverno sem triticale (sistema III) é mais eficiente energeticamente do que os demais sistemas de rotação. Porém, todos os sistemas avaliados foram conversores positivos de energia.

Santos et al. (2000b), estudaram sistemas de produção integração lavoura + pecuária envolvendo cereias de inverno, sob plantio direto, em Passo Fundo, RS, quanto aos índices de conversão energética e o balanço energético. Segundo estes autores, os sistemas estudados II (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho: 5,78 e 23.728 Mcal/ha) e III (trigo/soja, pastagem aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho: 5,44 e 21.741 Mcal/ha) apresentaram maior conversão energética e balanço energético, respectivamente do que os sistemas I (trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem aveia preta/soja: 3,79 e 11.553 Mcal/ha) e IV (trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja: 4,33 e 12.879 Mcal/ha). Os sistemas também foram comparados dois a dois. Evidenciou-se que a integração lavoura-pecuária sob plantio direto é viável energeticamente, pois a conversão e o balanço energético são positivos, porém, tendo sido significativamente maiores

nos sistemas que incluíram a cultura de milho.

Santos et al. (2001), estudaram sistemas de produção de grãos envolvendo cereais de inverno, sob preparo convencional de solo, e sob semeadura direta no verão, também em Passo Fundo, RS, nos períodos de 1987 a 1989 e de 1990 a 1995. No primeiro período, não houve diferença significativa da conversão energética e do balanço energético. No segundo período, o sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo: 8,58) apresentou índice de conversão energética maior do que o do sistema I (trigo/soja: 5,61), e não diferiu dos demais sistemas (III: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo: 7,63; IV: trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo: 7,97; V: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo: 7,50; VI: trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca e ervilhaca/milho ou sorgo: 7,64; e VII: pousio/soja: 8,13). Esses sistemas, por sua vez, não diferiram entre si, quanto aos índices de conversão energética. No mesmo período, o balanço energético dos sistemas II (20.938 Mcal/ha), III (19.239 Mcal/ha), IV (18.618 Mcal/ha), V (19.646 Mcal/ha) e VI (18.702 Mcal/ha) foram superiores ao do sistema VII (10.279 Mcal/ha). A rotação de culturas foi mais eficiente por não aumentar o consumo de energia não renovável.

No trabalho desenvolvido por Santos et al. (2005), com sistemas de produção integração lavoura + pecuária envolvendo cereais de inverno, em Coxilha, RS, foi observado que os sistemas I (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho 4,93 e 17.279 Mcal/ha) e II (trigo/soja e pastagem de aveia + ervilhaca + azevém/milho: 4,74 e 17.318 Mcal/ha) foram os mais eficientes na conversão e balanço de energia, res-

pectivamente, em relação aos demais sistemas (sistema: III: 2,65 e 6.875; ; IV: 2,60 e 6.689; V: 3,26 e 9.357; e V: 3,17 e 9.051 Mcal/ha). A razão dessa diferença, a favor desses sistemas, em comparação aos demais sistemas (III, IV, V e VI), deve-se ao fato desses sistemas envolverem a cultura de milho, que foi a espécie mais eficiente energeticamente. Isto, por sua vez, repercutiu diretamente na conversão energética dos sistemas. O milho foi a espécie que mais converteu energia ofertada, enquanto que, das culturas de inverno, a de melhor conversão foi a aveia branca. No sistema I, promoveu-se dois pastejos no inverno e a cultura de milho foi semeada na época indicada. Os sistemas III e IV foram semelhantes aos sistemas I e II, excetuando-se a substituição da cultura de milho por milheto. Por sua vez, os sistemas V e VI foram similares aos sistemas III e IV, incluindo aveia branca e soja na composição dos tratamentos destinados à produção de grãos. Os sistemas de produção integração lavoura-pecuária, sob plantio direto foram os mais eficientes do ponto de vista energético.

Em síntese, observou-se que, sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos, ou ainda, sistemas de produção com integração lavoura + pecuária, envolvendo cereais de inverno têm sido mais eficientes quando comparados com monocultura de cevada ou de trigo. Os sistemas que permitem contar com um inverno sem trigo ou sem cevada (trigo/soja e ervilhaca/milho ou cevada/soja e ervilhaca/milho) foram mais eficientes energeticamente do que os demais sistemas de rotação. Os sistemas de produção integração lavoura + pecuária: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho ou trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho foram os mais eficientes energeticamente. Os maiores índices de conversão e de balanço

energético foram verificados nos sistemas de produção sem ou com pouco revolvimento do solo (cultivo mínimo e plantio direto), em comparação aos sistemas que mais perturbaram o solo (preparo convencional de solo com arado de discos ou de aivecas).

## Referências bibliográficas

BORIN, M.; MENINI, C.; SARTORI, L. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 40, n. 3/4, p. 209-226, 1997.

BRIGGLE, L. W. Introduction to energy use in wheat production. In: PIMENTEL, D., ed. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p. 109-116.

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

BUKANTIS, P.; GOODMAN, N. Energy inputs in barley production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p. 59-65.

BURT, E. C.; REEVES, D. W.; RAPER, R. L. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and

conservation tillage system. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 37, n. 3, p. 759-762, 1994.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. de. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agrossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1.977-1.985, 2004.

COMITRE, V. A eficiência energética na atividade florestal. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 10, p. 61-67, 1995.

DE MORI, C. **Mensuração do desempenho produtivo de unidades de produção agrícola considerando aspectos agroeconômicos e agroenergéticos**. 1998. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HETZ, E. J.; MELO, L. A. Evaluación energética de un sistema de producción de maíz y trigo con cero labranza: el caso de Chequén, Concepción, Chile. **Agro-Ciencia**, Chapingo, v. 13, n. 2, p. 181-187, 1997.

HERNÁNZ, J. L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in Central Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 183-198, 1995.

MONEGAT, C. **Avaliação multidimensional do desempenho do manejo do solo no sistema do pequeno agricultor**. 1998. 144 f. Tese (Mestrado em Agrossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 52, n. 1, p. 111-119, 1992.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. 475 p.

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.

QUESADA, G. M.; BEBER, J. A. C.; SOUZA, S. P. de. Balanços energéticos agropecuários. Uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 20-28, 1987.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752, 2000a.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; MANTO, L. Conversão e balanço energético de culturas de inverno e de verão em sistemas de produção mistos sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 11, n. 1/2, p. 39-46, 2005.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; IGNACZAK, J. C.; SCHNEIDER, G. A. Conversão energética e balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 2, p. 191-198, 2001.

SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B.; BAIER, A. C. Conversão energética de sistemas de rotação

de culturas para triticales, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2000b.

SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; SANDINI, I. Produtividade cultural de sistemas de rotação de culturas para cevada, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 10, p. 721-727, 1996a.

SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; WOBETO, C. Produtividade cultural de sistemas em rotação com o trigo, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 277-282, 1996b.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas em Guarapuava, PR. Brasil. XVI. Eficiência energética dos sistemas de rotações de culturas com trigo, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.215-222, fev. 1995.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas em Guarapuava. XVII. Eficiência energética dos sistemas de rotação de culturas para cevada, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1075-1081, 1994.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; SPERA, S. T.; ÁVILA, A. Efeito de práticas culturais na conversão e balanço energético. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.255-262, 2007.

WEAVER, S. H. Energy use in the production of oats. In: PIMENTEL, D., ed. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.85-92.

ZENTNER, R. P.; CAMPBELL, D. W.; CAMPBELL, C. A.; REID, D. W. Energy consideration of crop rotation in southwestern Saskatchewan. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v.26, n.1, p.25-29, 1984.

ZENTNER, R. P.; TESSIER, S.; PERU, M.; DYCK, F. B.; CAMPBELL, C. A. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. **Soil & Tillage Research**, Amsterdan, v.21, n.3/4, p. 225-242, 1991.