

BALANÇO ENERGÉTICO DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS ENVOLVENDO TRIGO

Henrique Pereira dos Santos^{1(*)}, Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago e Renato
Serena Fontaneli^{1,2}

¹Embrapa Trigo. Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970
Passo Fundo, RS. (*)Autor para correspondência:

henrique.santos@embrapa.br

²Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/UPF. Campus I, São José,
CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

O balanço energético visa a estabelecer os fluxos de energia, a identificar a demanda total e a eficiência pelo ganho líquido e pela relação saída/entrada de energia (Andrea, 2013). Nesse processo, todos os insumos utilizados e produzidos, são transformados em unidades de energia e quantificados. A estimativa dos balanços de energia e de eficiência é importante instrumento no monitoramento da agricultura em relação ao uso de fontes de energia não renováveis de energia.

A utilização do balanço energético pode ser considerada importante ferramenta no auxílio da determinação de novas técnicas ou de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, podendo proporcionar economia de energia e aumento de eficiência, bem como redução de custos de produção, especialmente em sistemas de produção mais tecnificados (Muller et al., 2017).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas envolvendo trigo quanto ao balanço energético.

Os dados que serviram de base para a realização desse trabalho foram oriundos de estudos de rendimento de grãos, de rendimento de matéria seca, de quantidade de nitrogênio (N) na matéria seca e de quantidade de palha remanescente das espécies em parcelas do experimento de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas envolvendo a cultura de trigo, instalado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Santos et al., 2013a).

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo: 1) plantio direto, 2) cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão, 3) preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão, e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno e semeadura direta, no verão, e em três sistemas de rotação de culturas: sistema I - trigo/soja em monocultura; sistema II - trigo/soja e ervilhaca/sorgo ou milho; e sistema III - trigo/soja e ervilhaca/sorgo ou milho e aveia branca/soja.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal (4 m de largura por 90 m de comprimento) foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas (4 m de largura por 10 m de comprimento), pelas culturas componentes das rotações de culturas. A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a indicação para cada cultura (Manual..., 2016). A época de semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram feitos seguindo-se as indicações de cada cultura. A colheita foi realizada com colhedora especial para parcelas experimentais, exceto na cultura de milho e sorgo, que foram colhidas manualmente. O rendimento de grãos de aveia branca, de milho, de soja, de sorgo e de trigo foi corrigido para umidade de 13%.

Na quantificação dos dados das culturas utilizaram-se as matrizes de produção, a partir das quais se procederam as transformações para contabilizar a energia disponível e a consumida nesses processos (Santos et al., 2013b). Para os cálculos dos diversos índices de balanço energético, foram empregados dados e orientações gerados por Santos et al. (2013b). No caso da ervilhaca, considerou-se como rendimento a contribuição auferida como base no percentual de N e palha da matéria seca. Os dados foram transformados em Mcal (kcal x 1.000).

Como energia disponível ou receita energética, considerou-se a transformação em energia do rendimento de grãos, da quantidade de N na matéria seca e da quantidade de palha remanescente das espécies. Como energia consumida ou energia cultural, estimou-se a soma dos coeficientes energéticos correspondentes aos corretivos, fertilizantes, sementes, fungicidas, herbicidas e inseticidas usados em todos os tipos de manejo de solo ou de

rotação de cultura, bem como a energia consumida em operações (semeadura, adubação, aplicação de agroquímicos e colheita). O balanço energético resulta da diferença entre a energia disponível e a consumida, em cada sistema de manejo de solo ou de rotação de culturas.

A análise estatística consistiu na análise de variância do balanço energético, dentro de cada ano (inverno + verão) e na média conjunta dos anos, nas safras agrícolas de 2010/2011 a 2017/2018. Na análise da variância, consideraram-se a energia disponível e a consumida pelas culturas. Na análise conjunta, consideraram-se os tratamentos como efeito fixo, e o efeito do ano, como aleatório. Os parâmetros em estudo foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico SAS versão 9.4 (SAS Institute, 2017). As médias dos sistemas de manejo de solo ou de rotação de culturas foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A análise de variância do balanço energético, do conjunto dos anos, resultou em efeito significativo para anos, sistemas de manejo de solo e para rotações de culturas.

Houve diferenças entre as médias de cada ano, do balanço energético isolado do rendimento de matéria seca das culturas de inverno e de verão e dos tipos de manejo de solo.

Quando se compararam as médias do balanço energético de 2010/2011 a 2017/2018, houve diferença entre os sistemas de manejo do solo, em seis das oito safras agrícolas estudadas, bem como na média conjunta dos anos. Nas safras agrícolas de 2010/2011 e de 2017/2018, o sistema plantio direto apresentou maior balanço energético do que o sistema de preparo convencional de solo. Nas safras agrícolas de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, o sistema plantio direto apresentou balanço energético superior aos demais sistemas estudados. Porém, na safra agrícola de 2016/2017, o sistema plantio direto, o preparo convencional de solo com arado de aivecas e o cultivo mínimo obtiveram balanços energéticos mais elevados do que o sistema de preparo convencional de solo com arado de discos.

No período avaliado (2010/2011 a 2017/2018), o balanço energético do sistema plantio direto (45.011 Mcal/ha) foi superior aos demais sistemas de manejo de solo. O cultivo mínimo alcançou 41.100 Mcal/ha, enquanto que o preparo convencional de solo com arado de discos obteve 34.142 Mcal/ha e o preparo convencional com arado de aivecas apresentou 35.170 Mcal/ha. O cultivo mínimo, com 41.100 Mcal/ha, posicionou-se entre os demais sistemas de manejos de solo. Neste trabalho, os sistemas de manejo de solo que consumiram mais energia (preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas) obtiveram o menor retorno energético.

Ao analisar os sistemas de rotação de culturas, observou-se que, na maioria dos anos estudados e na média conjunta dos anos, houve diferenças entre o balanço energético obtido. Na safra agrícola de 2010/2011, o sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo ou milho) obteve maior balanço energético do que o sistema I (monocultura trigo/soja) e não foi diferente do sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo ou milho). Nas safras agrícolas de 2012/2013 e de 2017/2018, os sistemas II e III apresentaram balanço energético superior ao sistema I. No entanto, os sistemas I e III foram superiores ao II nas safras agrícolas de 2013/2014 e de 2016/2017. Na média conjunta das safras agrícolas (2010/2011 a 2017/2018), o sistema III (40.500 Mcal/ha) apresentou maior balanço energético do que o sistema I (36.582 Mcal/ha), todavia não diferiu do sistema II (37.526 Mcal/ha). Isso pode ser devido, em parte, à cultura do sorgo, que foi a espécie mais eficiente no aproveitamento da energia disponível.

Conclui-se que, o balanço energético demonstrou a maior eficiência do sistema plantio direto, em comparação aos demais sistemas de manejo de solo. O sistema de rotação trigo/soja, ervilhaca/sorgo e aveia branca/soja, por ser mais eficiente no balanço de energia, deve ser preferido em substituição à monocultura trigo/soja. O sistema de rotação trigo/soja e ervilhaca/sorgo situou-se em uma posição intermediária para os índices de balanço energético.

Referências

- ANDREA, M. C. da S. **Fluxos de energia em sistemas de produção de forragens**. 2013. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MANUAL de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.
- MULLER, J.; LEVIEN, R.; MAZURANA, M.; ALBA, D.; CONTE, O.; ZULPO, L. Energy balance in crop-farming system under soil management and cover crops. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 3, p. 348-353, 2017.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013a. 353 p.
- SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DREON, G. Conversão e balanço energético de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2013b.
- SAS Institute. **SAS system for Microsoft Windows: version 9.4**. Cary, 2017.