

TROCAS DE ENERGIA NA SUPERFÍCIE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL: I. BALANÇO DE RADIAÇÃO

BRUNA M. M. HECKLER¹, HOMERO BERGAMASCHI², FLÁVIA COMIRAN¹, GENEI A. DALMAGO³, JOÃO I. BERGONCI⁴, LUCIETA G. MARTORANO⁵, JEFFERSON H. KUNZ⁶, FABRÍCIO DALSIN⁷

¹ Eng. Agrônoma, mestranda PPG Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre-RS, bolsista CNPq, Fone: (0xx51) 3308 6571, bruheckler@hotmail.com; ² Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Dep. Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, FA/UFRGS, Porto Alegre – RS, bolsista CNPq; ³ Eng. Agrônomo, Pesquisador Doutor, Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS; ⁴ Biólogo, Prof. Doutor, Dep. Botânica, Instituto de Biociências, UFRGS, Porto Alegre – RS; ⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador Doutor, Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ; ⁶ Eng. Agrônomo, Mestre, Porto Alegre – RS; ⁷ Bolsista PIBIC/CNPq, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre - RS

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar os componentes do balanço de radiação, em sistemas de plantio direto (PD) e preparo convencional (PC). Conduziu-se um experimento em Eldorado do Sul, RS, na primavera de 2004. Foram medidos: saldo de radiação (Rn), radiação fotossinteticamente ativa refletida (RFAR) pela superfície e a radiação solar global incidente (Rg). A radiação solar refletida (Rr) pela superfície foi calculada a partir de RFAR, considerando RFA como sendo 42% de Rg. Calcularam-se o albedo, o balanço de ondas curtas (BOC) e o balanço de ondas longas (BOL). A radiação global foi o principal determinante dos componentes do balanço de radiação, nos dois sistemas avaliados. Em módulo, albedo e Rr foram maiores em PD que em PC. Tendência oposta ocorreu com BOC e BOL. O albedo médio da superfície foi de 9% em PC e 13% em PD.

Palavras-chave: Balanço de radiação, albedo, plantio direto.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the components of the radiation balance on the soil surface, in no-tillage (NT) and conventional tillage (CT). A field experiment was conducted in Eldorado do Sul, Brazil (30°05'S e 51°39'W). Net radiation (Rn), photosynthetically active radiation reflected by the surface (PARr) and the incoming global solar radiation (Rg) were measured in CT and NT. Measured PARr was used to estimate the solar radiation reflected by the soil surface (Rr), as considering PAR as 42% of Rg. Albedo, short-wave radiation balance (SWB) and long-wave radiation balance (LWB) were also calculated. Global radiation was the main parameter in determining the components of the radiation balance, in both the tillage systems. In module, albedo and Rr were higher in CT than in NT. An opposite trend occurred with SWB and LWB. The average albedo of the soil surface was 9% in NT and 13% in CT.

KEY-WORDS: radiation balance, albedo, no-tillage.

Introdução: A radiação solar é a principal fonte de energia para os processos físicos e biológicos que ocorrem no solo, como fluxo de calor, evaporação da água e degradação da

matéria orgânica. O balanço de radiação envolve troca de energia entre a atmosfera e a superfície através dos fluxos de radiação de ondas curtas e longas.

Devido à manutenção da superfície coberta por resíduos de cultura, o sistema de plantio direto atua significativamente no regime térmico do solo, principalmente pela reflexão e absorção da energia incidente, que se relaciona à cor, ao tipo, à quantidade e à distribuição da palha das culturas anteriores. Alguns trabalhos observaram maior reflectância da superfície em plantio direto que em preparo convencional (DALMAGO et al., 2004) promovendo maior fluxo de calor no solo em preparo convencional (COMIRAN et al., 2004). A partir destas informações pode-se supor que haja diferenças no balanço de radiação na superfície do solo em plantio direto em relação ao preparo convencional. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os componentes do balanço de radiação na superfície do solo em sistema de plantio direto e preparo convencional.

Material e Métodos: O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul, de outubro a dezembro de 2004. O clima da região é subtropical úmido de verão quente do tipo fundamental “Cfa”, pela classificação climática de Köppen. O solo é um Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental utilizada tem aproximadamente 0,5 ha e estava sendo cultivada, em parte em sistema de plantio direto (PD) e em parte em preparo convencional (PC), há dez anos. Ambas as áreas foram cultivadas com um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) e ervilhaca (*Vicia sativa*), no inverno anterior. Na área em plantio direto, a cobertura de inverno foi dessecada com herbicida de ação total e, posteriormente, acamada com rolo-faca. No preparo convencional, a biomassa verde foi incorporada ao solo com arado de discos, seguido de duas gradagens, na mesma época da aplicação do herbicida na área de PD.

As medições iniciaram no dia 26 de outubro de 2004, quando se realizou o acamamento da cultura de cobertura do solo. O milho híbrido simples Pioneer 32R21 foi semeado no dia 17 de dezembro e a emergência de plantas ocorreu no dia 25 de novembro. A cultura foi implantada em fileiras espaçadas em 0,40m, com população de 67 mil plantas/ha. O período de medições se estendeu até 12 dias após a emergência.

Foram instalados, em PC e em PD: saldo-radiômetros para medir o saldo de radiação (R_n), sensores compostos por cinco células foto-voltaicas de silício-amorfo para medir a radiação fotossinteticamente ativa refletida (RFAR) pela superfície do solo, a cerca de 1m acima deste. Todos os sensores foram acoplados a um sistema datalogger Campbell CR 10, com medições a cada 30s e suas médias armazenadas a cada 15min. A radiação solar global (R_g) incidente foi medida por um piranômetro Li-Cor, em uma estação automática próxima à área experimental. A radiação solar refletida (R_r) pela superfície foi calculada a partir de dados de RFAR, considerando-a como 42% de R_g (FRANÇA, 1997). O balanço de ondas curtas (BOC) e o balanço de ondas longas (BOL) foram obtidos pelas equações: $BOC = R_g - R_r$; $BOC = R_n - BOL$. O albedo foi calculado pela razão R_r/R_g .

Resultados e Discussão: A radiação global (R_g) foi o principal determinante da magnitude dos demais componentes do balanço de radiação da superfície (Figura 1). Em módulo, verificou-se uma relação direta entre R_g e os demais fluxos de energia radiante. Padrão semelhante foi observado por CUNHA et al. (1993) e FONTANA (1987), para mesma região. O balanço de ondas curtas (BOC, $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$), ficou compreendido entre os valores totais de 3,6 a 26,0 em PC e 3,4 a 25,4 em PD, nos dias 03/11 e 02/12/04 respectivamente. Observa-se que BOC foi maior em PC que em PD, em todos os dias analisados. Provavelmente, isso se explica pela presença da palha, que aumenta a reflexão de radiação pela superfície em PD. Os

valores médios de albedo foram de 0,13 em PD e 0,09 em PC (Figura 2.). A radiação refletida esteve compreendida entre os valores totais de 0,3 a 3,2 MJ m⁻²dia⁻¹ em PC e de 0,4 a 3,7 MJ m⁻²dia⁻¹ em PD, nos dias 11/11 e 03/12/04. Os totais diários de BOL (MJ m⁻²dia⁻¹) estiveram compreendidos entre -2,1 (07/12/04) e -19,5 (07/11/04) em PC. Em PD, BOL ficou entre -1,6 (11/11/04) e -12,4 (02/12/04). Observa-se, na Figura 1, que a perda de radiação de ondas longas foi maior em dias com alta Rg do que em dias com baixa Rg. Igual tendência foi observada por MEDEIROS et al. (1992), os quais atribuíram ao efeito da nebulosidade, que aumenta a contra-irradiação, diminuindo as perdas de energia pela superfície.

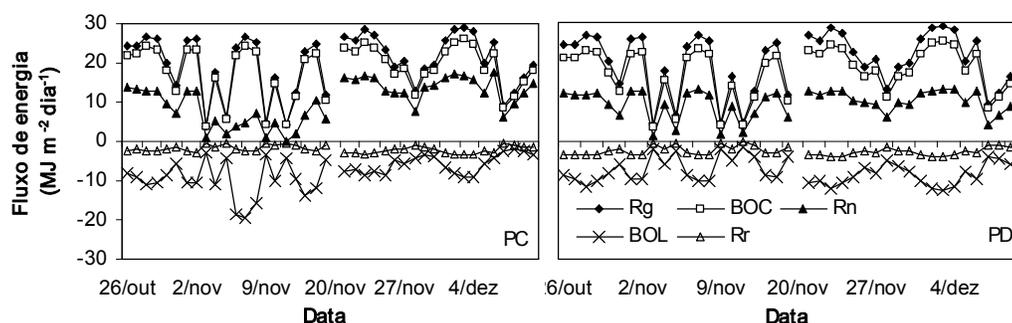


Figura 1. Totais diários dos componentes do balanço de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹) na superfície do solo em sistemas de plantio direto (PD) e preparo convencional (PC): radiação solar global incidente (Rg), balanço de ondas curtas (BOC), saldo de radiação (Rn), balanço de ondas longas (BOL) e radiação refletida (Rr). Eldorado do Sul, RS, 2004.

Na Figura 2, observa-se que o albedo foi maior na superfície em PD que em PC, em todos os dias analisados, com maiores diferenças no período sem plantas. O albedo médio diário variou entre 0,07 e 0,13 em PC e entre 0,10 e 0,15 em PD. As diferenças entre o albedo em PC e PD foram maiores nos dias sem plantas (01 e 05/11/04) e quando o solo estava úmido (05/11/04), sendo sempre maior na superfície em sistema de plantio direto (Figura 4).

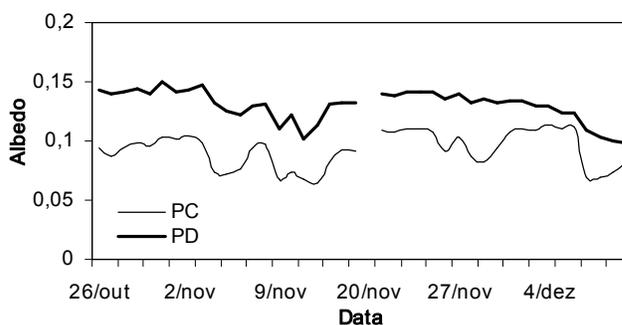


Figura 2. Média diária de albedo da superfície em sistemas de plantio direto (PD) e preparo convencional (PC), antes e depois da semeadura do milho. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Constata-se que BOL teve maior participação no saldo de radiação (Rn) nos dias em que o solo estava seco, se comparados aos dias em que estava úmido (Figura 3). Observa-se, também, que em módulo, BOL foi menor na superfície do solo em PD que em PC, nos dias 01 e 05/11/04, invertendo esta tendência após a semeadura. Este fato evidencia estreita relação do BOL com a temperatura da superfície, a qual tende a ser mais alta em solos secos e em preparo convencional. Esta tendência é coerente com observações de MONTEITH e SZEICZ (1960), citadas por CUNHA (1988), para os quais há estreita dependência entre

perdas de radiação de ondas longas e temperatura do solo. Também é coerente com resultados de COMIRAN et al. (2005), segundo os quais o fluxo de calor no solo é maior em preparo convencional, tanto de dia como à noite. Assim sendo, é esperada maior perda noturna de energia pela superfície do solo desnudo que do solo coberto por palha.

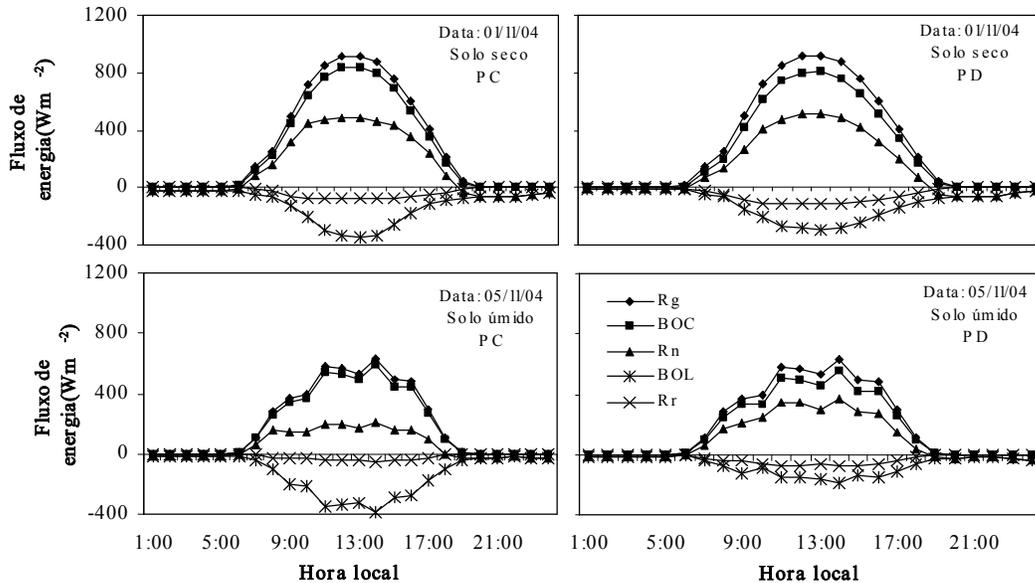


Figura 3. Componentes do balanço de radiação ($W m^{-2}$) na superfície do solo em sistemas de plantio direto (PD) e preparo convencional (PC): radiação solar global incidente (R_g), balanço de ondas curtas (BOC), saldo de radiação (R_n), balanço de ondas longas (BOL) e radiação refletida (R_r), medido nos dias 01/11 e 05/11/04. Eldorado do Sul, RS, 2004.

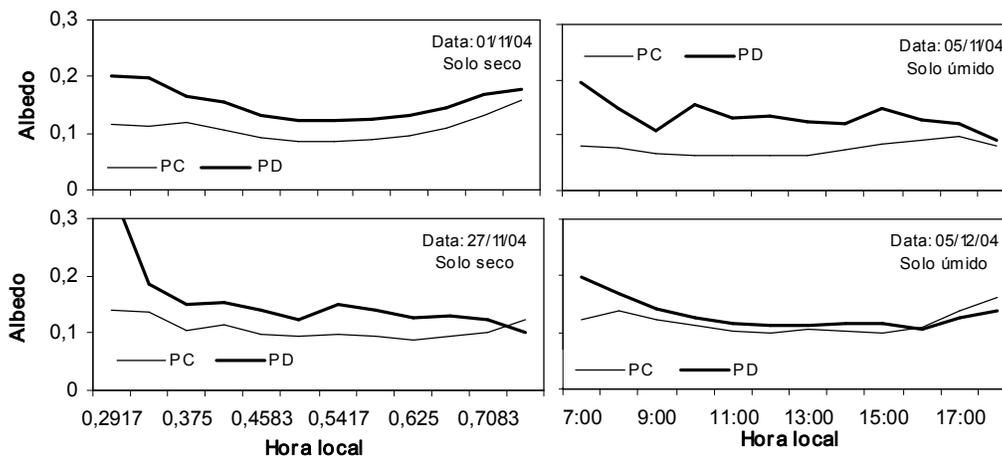


Figura 4. Albedo médio horário na superfície do solo, em sistemas de plantio direto e preparo convencional, nos dias 01/11, 05/11, 27/11 e 05/12. Eldorado do Sul, RS, 2004.

Conclusões: A radiação solar global é o principal determinante da magnitude dos demais componentes do balanço de radiação da superfície, tanto no sistema de plantio direto como em preparo convencional. O balanço de ondas curtas é maior em preparo convencional que em plantio direto, onde a radiação solar refletida e o albedo são menores, em todos os dias analisados. A perda de radiação por ondas longas na superfície do solo desnudo (preparo

convencional) foi maior que na superfície do solo coberto por palha (plantio direto), no período sem plantas. Esta tendência se inverteu após presença de plantas, passando a ser maior na área em plantio direto.

Referências Bibliográficas

- COMIRAN, F.; et al. Trocas de energia na superfície do solo em plantio direto e preparo convencional: II. Balanço de energia. In: **Salão de Iniciação Científica (17. : 2005 : Porto Alegre). Livro de resumos.** Porto Alegre: UFRGS, 2005. 1000 p.
- COMIRAN, F. et. al. Temperatura e fluxo de calor no solo cultivado com soja em semeadura direta e convencional. In: **Salão de Iniciação Científica (16. : 2004: Porto Alegre). Livro de resumos.** Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 174, resumo 094.
- CUNHA, G. R. et al. Balanço de radiação em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.1-10, 1993.
- CUNHA, G. R. **Estudo micrometeorológico da transferência vertical de vapor d'água e energia em milho.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988, 141p.
- DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional.** Tese de doutorado – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004, 244p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999, 412p.
- FONTANA, D. C. **Balanço de radiação e balanço de energia em soja /*Glycine Max (L.) Merril*/ irrigada e não irrigada.** Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.
- FRANÇA, S. **Modelagem do crescimento de milho em função da radiação solar e da temperatura do ar, com e sem irrigação.** Porto Alegre, 1997, 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.