



SALDO DE RADIAÇÃO EM CANOLA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE PALHA NA SUPERFÍCIE

Genei Antonio Dalmago¹, Samuel Kovaleski², Arno Bernardo Heldwein³, Jorge A. de Gouvêa⁴, Gilberto R. da Cunha⁵, Elizandro Fochesato⁶, Anderson Santi⁴, Daniele G. Pinto⁷, Matheus B. Vicari⁸, Mariane Ambrósio dos Santos⁹

¹Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista PQ2 CNPq.

²Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola da UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, Email: samtotes@hotmail.com, Bolsista Capes.

³Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, Bolsista PQ1C CNPq.

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

⁵Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista DT1 CNPq.

⁶Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista FAPERGS.

⁷Eng. Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, bolsista CNPq.

⁸Eng. Ambiental, Mestrando em Sensoriamento Remoto, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, bolsista CNPq.

⁹Aluna de Agronomia da IDEAU. Getúlio Vargas, RS, Brasil, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

RESUMO

A canola é uma espécie cultivada na região Sul do Brasil nos meses mais frios do ano. A radiação solar global é a principal fonte de energia para os processos físico-químico-biológicos na superfície, sendo por meio do saldo de radiação (Rn) quantificada a energia disponível próximo à superfície em função de suas propriedades físicas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o Rn em função de diferentes formas de distribuição de palha na superfície do solo em um dia com céu límpido e outro com céu encoberto, e em uma noite com céu límpido e outra com céu encoberto. Os tratamentos foram solo sem palha em superfície, com cobertura total do solo, cobertura por palha remanescente de culturas anteriores em superfície e linhas de semeadura sem palha. O saldo de radiação foi medido por meio de saldoradiômetro em uma repetição de cada tratamento. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. A densidade de fluxo de radiação solar global influenciou diretamente a magnitude do Rn, sendo que a distribuição de palha na superfície afetou o Rn diurno e noturno somente na ausência de nuvens. Com céu límpido e durante o período diurno, o tratamento com maior quantidade de palha em superfície apresentou o Rn menos positivo e no período noturno sem nuvens o tratamento com o solo exposto apresentou o Rn mais negativo, comprovando que a forma e a quantidade de palha em superfície influenciam diretamente o saldo de radiação.

Palavras-chave: nebulosidade, radiação de ondas curtas, radiação de ondas longas, solo, cobertura de palha

INTRODUÇÃO

A canola é uma cultura que pertence à família Brassicaceae, que tem como principal finalidade a produção de grãos. No Brasil, se cultiva apenas a canola de primavera (*Brassica napus* L. Var. oleífera), que possui adaptabilidade às condições térmicas encontradas na região sul do país nos meses mais frios, quando são verificadas temperaturas do ar próximas às que se situam na faixa considerada ideal (12 a 30°C) (THOMAS, 2003). As variações diárias da temperatura do ar são comandadas principalmente pela radiação solar, que também é a principal fonte de energia para os processos físico-químico-biológicos na superfície terrestre.

O saldo de radiação quantifica a energia disponível próximo à superfície, sendo obtido em função da diferença entre os fluxos de radiação incidente (radiação global e atmosférica) e os fluxos de radiação proveniente da superfície (radiação emitida e refletida pela superfície) (AZEVEDO et al., 1990). Cunha e Bergamashi. (1993) destacam que o balanço de ondas curtas e o balanço de ondas longas é alterado pelo grau de cobertura do solo, disponibilidade hídrica no solo e temperatura da superfície e do ar. Nesse sentido, em trabalho avaliando o balanço de radiação no sistema plantio direto e no convencional, Heckler et al. (2007) verificaram que o balanço de ondas curtas é maior no sistema convencional, além de apresentar maior perda por radiação de ondas longas. A palha pode restringir trocas energéticas entre solo e atmosfera, o que, em noites frias, pode provocar acentuada redução de temperatura do ar próximo à superfície, que dependendo da intensidade e estágio de desenvolvimento da canola, pode provocar danos significativos para a cultura (DALMAGO et al., 2010). Desta forma, como o sistema plantio direto, com presença de palha na superfície predomina nas lavouras cultivadas com canola no sul do Brasil, este trabalho teve por objetivo quantificar o saldo de radiação próximo à superfície no início do ciclo da canola, em função de diferentes formas de manejo da cobertura do solo com palha, em um dia com céu límpido e outro com céu encoberto, e em uma noite com céu límpido e outra com céu encoberto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2014, na área experimental da Embrapa Trigo, em Coxilha, Rio Grande do Sul (28°11'S; 52°19'W). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Distrófico húmico (STRECK, et al., 2008). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes. Os tratamentos avaliados foram cobertura total do solo com palha (CT), cobertura de palha remanescente no solo (CS), solo sem cobertura de palha (SSP) e linhas de semeadura sem palha (LSP). Nas unidades experimentais com o tratamento CT, além da palha já existente na área, foi distribuído uniformemente sobre o solo 3 Mg ha⁻¹ de palha de soja. No tratamento LSP a palha foi afastada em aproximadamente 0,05 m de cada lado da linha de semeadura, e foi realizada distribuição de palha nas entrelinhas da cultura, na quantidade de 1,5 Mg ha⁻¹. O tratamento CS consistiu em manter a cobertura do solo conforme ficou após a semeadura e no tratamento SSP a palha foi totalmente removida da superfície do solo.

Para quantificar a palha sobre a superfície antes da aplicação dos tratamentos, foi coletada toda a palha em 3 amostras de 1 m². Após a aplicação dos tratamentos, no mesmo dia, avaliou-se a cobertura da superfície por meio de do método da corda seccionada, quando os tratamentos SSP, LSP, CS e CT apresentavam 7, 56, 73 e 96 % do solo coberto por palha, respectivamente. O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso com quatro repetições, com unidades experimentais de 30 m². A adubação da área foi realizada por meio de da deposição de fertilizante NPK em linhas espaçadas em 0,34 m, previamente à semeadura da canola, quantidade de fertilizante utilizada seguiu as recomendações para a cultura. A semeadura foi realizada no dia 23/04/2014 com uma semeadora-protótipo, desenvolvida na Embrapa Trigo especificamente para a canola, com distribuição de sementes suficientes para atingir 40 plantas m⁻².

O saldo de radiação foi medido com saldoradiômetros (marca Kipp & Zonen), modelo NR-LITE 2, instalando e uma repetição para cada tratamento, na altura de 1,0 m no topo do dossel de plantas. A coleta de dados foi realizada a cada 30 segundos e a média armazenada a cada 5 minutos em datalogger (marca Campbell, modelo CR 1000) e com estes valores foi calculado o total horário. A radiação solar global (Rg) foi tomada com piranômetro (marca Delta T) instalado em estação automática localizada a 500 m de distância do experimento. A coleta de dados foi realizada a cada 5 segundos e as médias armazenadas a cada 15 minutos em datalogger (marca Campbell, modelo CR 1000) e com estes dados calculou-se o total horário.

Para definição dos dias com presença ou ausência de nebulosidade foram realizadas observações visuais e análise dos dados medidos na estação meteorológica. Portanto, os dias analisados para o período diurno (08:00 a 17:00) foram 30/04/2014 (dia encoberto) e 11/05/2014 (dia ensolarado) e para o período noturno (18:00 a 07:00) foram analisadas a noite dos dias 02 e 03/05/2014 (noite com poucas nuvens) e a noite dos dias 21 e 22/05/2014 (noite com céu encoberto). No dia 30/04/2014 a cultura ainda não havia emergido, no dia 02/05/2014 a canola encontrava-se no estádio A, no dia 11/05/2014 apresentava-se em B2 e no dia 22/05 em B4. A análise entre os tratamentos foi realizada por meio de gráficos de dispersão, em que todas as formas de distribuição de palha foram comparadas entre si.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a Figura 1, a radiação solar global (Rg) influenciou diretamente o saldo de radiação (Rn) nos 4 tratamentos, sendo a Rg o principal componente do Rn, em que a regressão linear entre Rg e Rn apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,99 nos quatro tratamentos no dia ensolarado, enquanto para o dia encoberto o R^2 foi de 0,44 nos tratamentos SSP e CT, 0,40 no LSP e 0,22 no tratamento CS. Durante o dia encoberto, verificou-se ainda, que os valores absolutos do saldo de radiação foram muito semelhantes entre os tratamentos, sendo sempre próximo à zero. No dia 11/05/2014, em função da maior radiação solar, os valores horários absolutos de Rn foram sempre maiores do que no dia encoberto. Verificou-se ainda que, ao longo dia, no tratamento SSP (com 7% de cobertura do solo) o Rn foi maior do que no tratamento CT (96% de cobertura). Os tratamentos LSP (56% de cobertura) e CS (73% de cobertura) apresentaram valores intermediários, com o LSP apresentando Rn superior a CS. Nas horas com maior insolação, o Rn representou 65% da Rg no tratamento SSP, 60% no LSP, 57% no CS e 54% no CT, resultando em menor disponibilidade de energia. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Comiran et al. (2007), quando os autores verificaram que o Rn em plantio convencional foi acima de 60% da Rg, enquanto em plantio direto foi de 50%. O menor Rn em solo com elevado grau de cobertura pode ser atribuído a maior reflexão de ondas curtas, conforme relatado por Heckler et al. (2007), que encontraram maior radiação solar refletida em solo coberto por palha do que em solo desnudo.

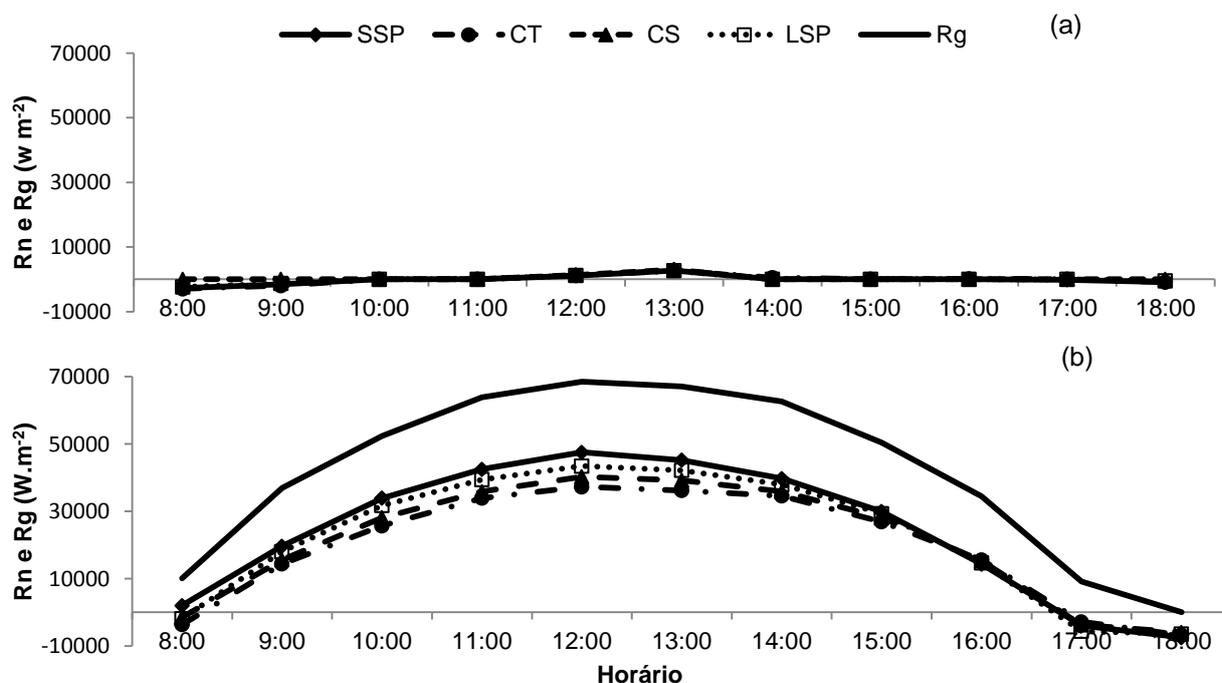


Figura 1. Saldo de radiação (Rn) em solo sem palha em cobertura (SSP), cobertura total do solo por palha (CT), cobertura remanescente de cultivos anteriores (CS) e linhas de semeadura sem palha (LSP)

e radiação solar global (R_g) em um dia encoberto (30/04/2014) (a) e um dia ensolarado (11/05/2014) (b), em Coxilha-RS, 2014.

Na Figura 2 apresenta-se o R_n da noite com céu encoberto (21 e 22/05/2014), quando a radiação de ondas longas emitidas pelas nuvens praticamente igualou-se a radiação emitida pela superfície e fez com que R_n apresentasse valores iguais, ou próximos a zero, nos quatro tratamentos durante toda a noite. Na noite com céu límpido, o R_n apresentou-se negativo às 17:00 em todos os tratamentos, sendo mais negativo no CT. No período compreendido entre 18:00 e 00:00 o R_n foi aproximadamente 2000 W m^{-2} mais negativo no tratamento SSP (7% de cobertura do solo) do que no tratamento CS (73% de cobertura do solo), o menos negativo. Os tratamentos CT (96% de cobertura do solo) e LSP (56% de cobertura do solo) apresentaram o R_n semelhante em praticamente todo o período avaliado, sendo estes intermediários à SSP e CS. Os resultados de R_n em diferentes níveis de cobertura do solo por palha corroboram com Araújo et al. (1999), quando afirmaram que a palha atua como um isolante, restringindo trocas radiativas, visto que o tratamento com menor nível de palha apresentou a maior perda por radiação, enquanto nos tratamentos com palha as perdas foram menores. Desta forma, admitindo-se que, de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann, a diferença de emissão de energia na casa dos 11 W m^{-2} entre superfícies resulta em diferença de 2°C , considerando a faixa de 15 a 27°C (HELDWEIN et al., 2012), e assumindo que semelhante diferença pode ser encontrada em temperaturas menores, a superfície no tratamento SSP apresentar-se-ia aproximadamente 4°C mais elevada do que no CS às 21:00, pois nesse horário foi encontrada a diferença de 21 W m^{-2} entre os tratamentos SSP e CS. Nesse sentido, em havendo essa diferença de temperatura entre superfícies com diferentes quantidades de palha, em noites frias com formação de geada, a presença de palha na superfície, e próximo às plantas de canola, no início do ciclo de desenvolvimento, momento em que a cultura é mais suscetível à geada (ROBERTSON e HOLLAND, 2004), pode resultar em maiores danos à cultura, ou ainda em morte das plantas.

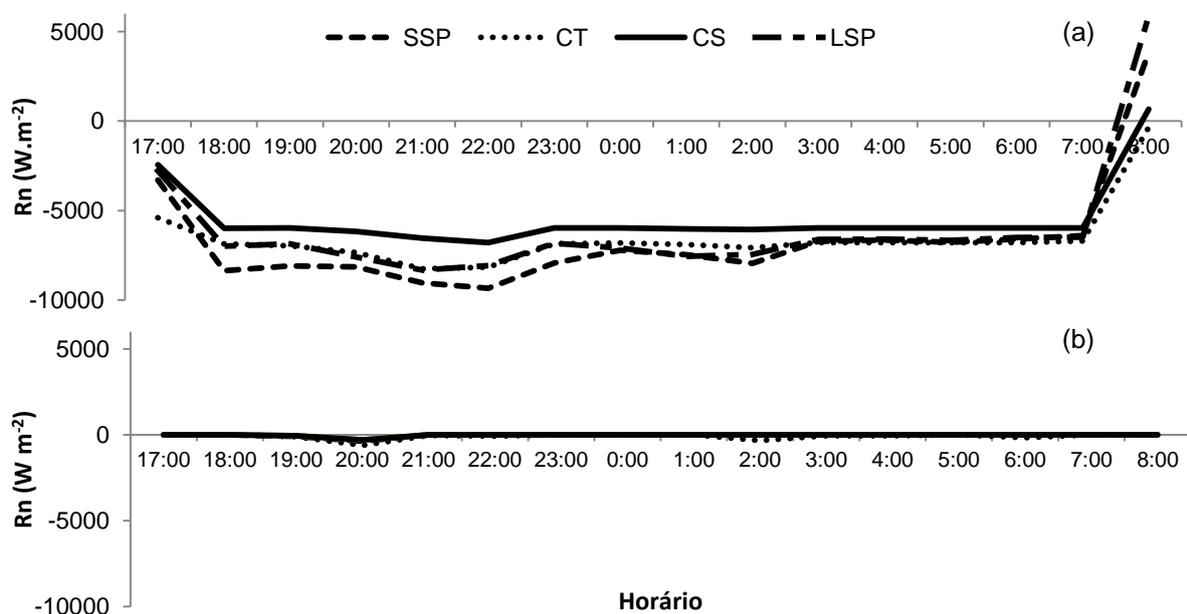


Figura 2. Saldo de radiação (R_n) em solo sem palha em cobertura (SSP), cobertura total do solo por palha (CT), cobertura remanescente de cultivos anteriores (CS) e linhas de semeadura sem palha (LSP) em uma noite com poucas nuvens (02 e 03/05/2014) (a) e uma noite com céu encoberto (21 e 22/05/2014) (b), em Coxilha-RS, 2014.

A partir da 00:00 até o amanhecer os valores de R_n nos tratamentos SSP, CT e LSP apresentaram-se muito semelhantes, enquanto no tratamento CS os valores eram cerca de 600 W m^{-2} menos negativos, o que significa que a superfície da palha permaneceu mais fria

durante toda a noite. A menor diferença entre os tratamentos a partir da 00:00, provavelmente, deve-se ao resfriamento da superfície por perdas radiativas até o ponto em que estas se estabilizaram.

CONCLUSÕES

A densidade de fluxo de radiação solar global influencia diretamente a magnitude do saldo de radiação (Rn), sendo que com céu encoberto a cobertura de palha sobre a superfície não influencia o Rn no período noturno e diurno. A quantidade de palha sobre a superfície afeta diretamente o saldo de radiação, sendo que no período diurno o Rn é menos positivo no tratamento com maior quantidade de palha sobre o solo, enquanto durante a noite o Rn é mais negativo no tratamento em que o solo estava exposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. G. et al. **Mobilização do solo em emergência de plantas na semeadura direta de soja e milho em solos argilosos**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v. 19, n. 2, p. 226-237, 1999.

AZEVEDO, P. V. et al. **Balanco de radiação sobre culturas irrigadas no semi-árido do nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 5, n. 1, p. 403-410, 1990.

CUNHA, G. R.; BERGAMASCHI, H. **Balanco de energia em alfafa**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 2, p. 9-16, 1993.

COMIRAN, F. et al. **Trocas de energia na superfície do solo em plantio direto e preparo convencional II: Balanco de energia**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 16, Aracaju-SE, Anais...Aracaju. 2007.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G.R. da; SANTI, A.; PIRES, J.L.F.; MÜLLER, A.L., BOLIS, L.M. **Aclimação ao frio e dano por geada em canola**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, n. 9, p. 933-943, 2010.

HELDWEIN, A. B. et al. **Estimativa do saldo de radiação em girassol como função da radiação solar global**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 2, p. 194-199, 2012.

HECKLER, B. M. M.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J.I. MARTORANO, L. G.; KUNZ, J. H.; DALSIN, F. **Trocas de energia na superfície do solo em plantio direto e preparo convencional: I. Balanco de radiação**. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracaju. Anais. Aracaju : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. p. 1-5.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F. **Production of risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia**. Australian Journal of Agricultural Research, v. 55, p. 525-538, 2004.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre, Emater/RS, 2008. 222 p.

THOMAS, P. **Canola grower's manual**. Winnipeg: **Canola Council of Canada**, 2003. Disponível em: < <http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual-contents> >. Acesso em: 04 jul. 2013.