

## **INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS VEGETAIS NA SUPERFÍCIE DO SOLO E DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS DO FEJJOEIRO NA TEMPERATURA DO SOLO**

**ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; REIMAR CARLESSO<sup>2</sup>; ALBERTO EDUARDO KNIES<sup>3</sup> E JULIANO DALCIN MARTINS<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFF), Câmpus Júlio de Castilhos, Júlio de Castilhos, RS, zanandrabofoff@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria, RS, reimar.carlesso@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, (UERGS), Câmpus Cachoeira do Sul, Cachoeira do Sul, RS, albertoek@gmail.com.

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Ibirubá, Ibirubá, RS, juliano.dalcin@ibiruba.ifrs.edu.br.

### **1 RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes quantidades de resíduos vegetais depositados na superfície do solo e espaçamentos entre linhas do feijoeiro na temperatura de um solo ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico. O experimento foi realizado em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da UFSM, no ano agrícola de 2010/11. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, bifatorial, com três repetições. O fator A foi constituído de três espaçamentos entre linhas de cultivo: 30, 50 e 70 cm e o fator B de duas quantidades de resíduos vegetais na superfície do solo: 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho e 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia preta. Para avaliação da temperatura do solo foram utilizados sensores termopares, constituídos de cobre e constantan, instalados nas profundidades de 3 e 8 cm do perfil do solo. A utilização de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia preta na superfície do solo reduz em até 3°C a temperatura máxima do solo. Espaçamentos entre linhas do feijoeiro reduzidos de 70 para 30 cm, dos 42 a 56 dias após semeadura (DAS), causaram efeito positivo na diminuição da temperatura máxima do solo.

**Palavras-chave:** temperatura do solo, feijoeiro, cobertura da superfície do solo.

**OLIVEIRA, Z. B. de; CARLESSO, R.; KNIES, A. E.; MARTINS, J. D.  
INFLUENCE OF CROP RESIDUES ON THE SOIL SURFACE AND DIFFERENT  
SPACING BETWEEN ROWS OF BEAN PLANTS ON THE TEMPERATURE IN  
PALEUDALF SOIL**

### **2 ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of different amounts of crop residues on soil surface as well as spacing between rows of bean plants on the temperature of a Paleudalf soil. The experiment was conducted in the experimental area of the Agricultural Engineering Department at the Federal University of Santa Maria in 2010/11. A completely randomized

bifactorial experimental design was used with three replicates. Factor A consisted of three spacing rows between crops: 30, 50 and 70 cm. Factor B consisted of two quantities of crop residues on the soil surface: 1 Mg ha<sup>-1</sup> of corn residues and 5 Mg ha<sup>-1</sup> of corn + oat residues. To evaluate soil temperature, copper and constantan thermo-pairs were installed 3 and 8 cm deep. Using 5 Mg ha<sup>-1</sup> corn + oat residues on the soil surface reduced the maximum soil temperature by 3°C. Reduction in row spacing from 70 to 30 cm, 42 to 56 days after sowing (DAS) caused a positive effect on the reduction in maximum soil temperature.

**Keywords:** soil temperature, bean, coverage of soil surface.

### 3 INTRODUÇÃO

O feijão é um cultivo agrícola de elevada expressão econômica e social, considerado um alimento básico. A deficiência hídrica é a maior limitação ao rendimento de grãos dessa cultura, que se apresenta como sensível devido à baixa capacidade de recuperação das plantas após a ocorrência de um déficit hídrico. Entretanto, de acordo com Silva (1996), além do déficit hídrico, temperaturas fora dos limites de 18 a 30°C também afetam negativamente a produção do feijoeiro.

A temperatura do solo regula as trocas gasosas na superfície, afeta o movimento, a viscosidade e a densidade da solução do solo e, portanto, a absorção de água e nutrientes pelas plantas, influenciando a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo. Fatores meteorológicos, localização geográfica, declividade, cobertura vegetal, chuva e a ação antrópica são os elementos que, de acordo com Hillel (1998), mais interferem na temperatura e no fluxo de calor no solo.

Os sistemas de preparo do solo podem alterar seu regime térmico, como é o caso do sistema de plantio direto do solo. A manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo e as alterações na estrutura do solo com a utilização desse sistema de manejo ocasionam impacto na evaporação, no armazenamento de água e na temperatura do solo, devido à alteração nas transferências de calor e água na superfície deste (SARKAR; SINGH, 2007). O maior albedo dos resíduos vegetais (menor radiação líquida), junto com a menor condutibilidade térmica destes em relação ao solo, determina menor oscilação térmica no solo, reduzindo fundamentalmente a temperatura máxima do solo (SILVA et al., 2006).

Estudando a temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno, Furlani et al. (2008) observaram que, o sistema plantio direto apresentou temperatura do solo menores do que o preparo convencional até o 14 dia após emergência das plantas. A partir de 30 dias após emergência das plantas, a temperatura do solo não foi influenciada pelos sistemas de preparo em razão do maior crescimento das culturas de cobertura. Oliveira et al. (2005), avaliando as flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal a 0°, 30°, 60° e 90° em relação ao eixo leste-oeste verificaram que, a natureza da cobertura do solo e o nível de sombreamento influenciam diretamente nas flutuações de temperatura e umidade do solo.

A presença de resíduos vegetais sobre a superfície do solo reduz a temperatura máxima do solo Knies (2010) e diminui a amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e mínima do solo) Chabat (2010) em comparação com um solo descoberto. A distribuição das plantas na área é outro fator que pode afetar a temperatura do solo. A utilização de espaçamentos entre linhas reduzidos podem alterar a interceptação da radiação solar e o uso da água pelas

plantas, devido ao sombreamento mais rápido do solo pelo dossel vegetativo (KUNZ et al., 2007) ou pelo efeito do resíduo vegetal (DALMAGO et al., 2009).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes quantidades de resíduos vegetais depositados na superfície do solo e espaçamentos entre linhas do feijoeiro na temperatura de um solo ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada na Latitude de 29° 41' 24''S, Longitude de 53° 48' 42''O e altitude de 95 m. O clima do local é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo está classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (Embrapa, 2013).

O experimento foi conduzido no interior de uma cobertura móvel (*Rainout Shelter*) que somente era acionada (fechada) quando da ocorrência de chuvas, possibilitando assim a aplicação de diferentes lâminas de irrigação sem a interferência das chuvas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, bifatorial, com três repetições. O fator A foi constituído de três espaçamentos entre linhas de cultivo: 30, 50 e 70 cm e, o fator B de duas quantidades de resíduos vegetais na superfície do solo: 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho e 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia preta. O resíduo de aveia preta constituía do cultivo da cultura antecedente e o resíduo de milho era proveniente do cultivo no ano agrícola anterior. As unidades experimentais possuíam dimensões de 2,9 x 3 m, totalizando 8,7 m<sup>2</sup>.

A cultura do feijão foi implantada no sistema de plantio direto, com a semeadura realizada manualmente no dia 25 de setembro de 2010. Utilizou-se a cultivar IPR Tiziu, cultivar do grupo preto, com habito de crescimento indeterminado, com uma densidade de semeadura de 240.000 plantas hectare<sup>-1</sup>.

A irrigação foi realizada por um sistema de micro aspersão, sendo a necessidade de irrigação determinada com base na evapotranspiração da cultura (ETc). A estimativa da ETc foi realizada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente de cultura simples (Kc). Os valores de Kc utilizados foram os propostos por Allen et al. (1998). A estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) foi realizada pelo método de Penman-Monteith, segundo Allen et al. (1998). Os dados meteorológicos diários foram obtidos uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada aproximadamente de 100 m do local do experimento.

A temperatura do solo foi medida por um conjunto de termopares conectados a um multiplexador e este a um dataloger. Os termopares foram instalados nas profundidades de 3 e 8 cm do perfil do solo, sendo dois sensores por parcela, totalizando 32 sensores no experimento. Foram analisados os valores diários da temperatura máxima do solo.

A determinação do conteúdo de água no solo foi realizada utilizando um conjunto FDR (Reflectometria no Domínio de Frequência, Campbell Scientific), composto por um dataloger, multiplexadores e sensores instalados na camada superficial do perfil do solo (0 a 10 cm).

A área foliar das plantas foi determinada em duas plantas previamente selecionadas e identificadas por parcela experimental. Plantas com igual característica morfológicas foram selecionadas para as determinações realizadas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. A área foliar das plantas foi estimada utilizando a seguinte equação linear:  $y = -1,653 + 1,699x$ . A equação foi obtida pelo produto do comprimento pela máxima largura do folíolo central do trifólio (variável independente) medida a campo e a área foliar real do trifólio (variável

dependente). A medida do comprimento e da largura do folíolo central do trifólio foi realizada com régua, a cada cinco dias, e a área foliar real do trifólio foi medida pelo equipamento LICOR 3000C, na plena floração da cultura. O índice de área foliar (IAF) foi determinado pela razão entre a área foliar fotossinteticamente ativa das folhas e a área de solo ocupada pela planta.

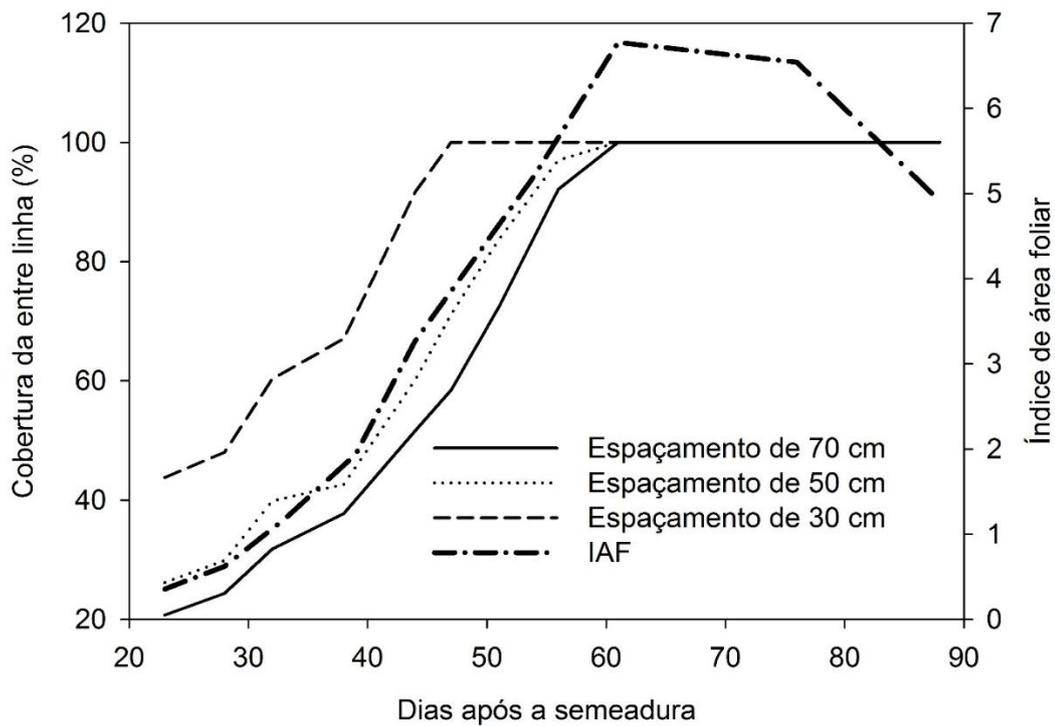
Avaliou-se a porcentagem de cobertura da entre linha pelas plantas de feijão, nos diferentes espaçamentos de semeadura, por meio da medição da área da entre linha coberta pelo dossel vegetativo das plantas de feijão. Para isso, utilizaram-se duas linhas de nylon com o mesmo comprimento da linha de cultivo, amarrados em estaca a qual foi fixada no solo na projeção do dossel vegetativo das plantas. Depois da fixação dessa linha foi realizando a medida da largura ocupada pela planta em cm.

As avaliações da temperatura do solo e do armazenamento de água no solo foram realizadas até o dossel vegetativo da cultura recobrir integralmente a entre linha. Os valores da temperatura máxima do solo foram analisados estatisticamente através do programa estatístico Sisvar versão 5.1. A análise de variância, análise de regressão (espaçamentos entre linhas) e a comparação das médias (resíduos vegetais) pelo teste da diferença mínima significativa (DMS) foram determinadas em nível de 5% de probabilidade de erro.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de área foliar (IAF) médio das plantas de feijão e a porcentagem de cobertura da entre linha pelo dossel vegetativo do feijoeiro nos diferentes espaçamentos entre linhas são apresentados na figura 1. A cobertura total da superfície do solo pelas plantas de feijão ocorreu primeiramente no espaçamento entre linhas de 30 cm, aos 47 dias após a semeadura (DAS), e, nos espaçamentos entre linhas de 50 e 70 cm a cobertura total da entrelinha somente ocorreu aos 61 DAS, quando foi observado o maior IAF das plantas de feijão, equivalente a 6,8.

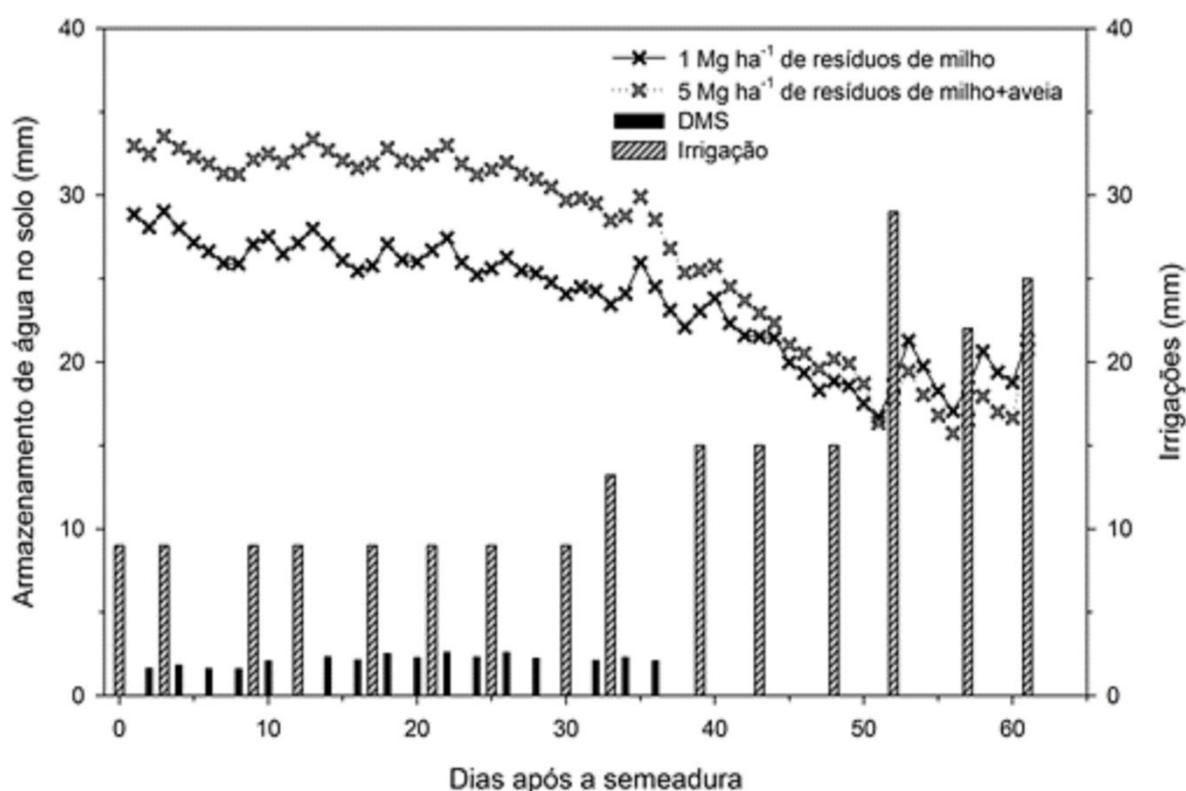
**Figura 1.** Percentual de cobertura da entre linha pelas plantas de feijão nos espaçamentos entre linhas de 30, 50 e 70 cm e índice de área foliar (IAF) médio das plantas de feijão. Santa Maria, 2013.



Os resultados do armazenamento de água na camada superficial do perfil do solo (0 a 10 cm) e das irrigações efetuadas, durante o período compreendido da semeadura até os 61 DAS da cultura do feijão são apresentadas na figura 2.

De acordo com o apresentado na figura 2, do período compreendido da semeadura até os 50 DAS, verificou-se maior lâmina armazenada para o solo mantido com 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho + aveia na superfície. A perda de água foi facilitada pela maior exposição da superfície de evaporação e a maior temperatura registrada na ausência de vegetação. Entretanto, para os diferentes espaçamentos, os valores foram semelhantes, visto que a cobertura do solo o protege da insolação, amenizando a temperatura ambiente e do solo, além de interferir na ação do vento; basicamente, a cobertura dificulta o fluxo do vento e reduz sua capacidade de renovação da massa gasosa da superfície do solo, minimizando seu ressecamento (OLIVEIRA et al., 2005).

**Figura 2.** Armazenamento de água no solo para a camada superficial do perfil do solo de 0 a 10 cm. As barras verticais (em preto) representam a diferença mínima significativa (DMS) entre os tratamentos para cada dia de análise. Santa Maria, 2013.



Os resultados do quadrado médio da análise da variância para a temperatura máxima do solo são apresentados na Tabela 1. As temperaturas máximas do solo na profundidade de 3 cm indicaram interação significativa entre os fatores espaçamentos entre linhas e quantidade de resíduos vegetais na superfície do solo, aos 50, 52 e 54 dias após semeadura. Para as temperaturas máximas do solo na profundidade de 8 cm não foi verificada interação significativa entre espaçamentos entre linhas e quantidade de resíduos vegetais.

**Tabela 1.** Resultados do quadrado médio da análise da variância para temperatura máxima do solo. Santa Maria, 2013.

Dia	DAS	A	D	A*D	Err	CV(%)	Equação (A)	R <sup>2</sup>
<b>3 cm</b>								
27/09/10	2	0,63 <sup>ns</sup>	6,25*	0,24 <sup>ns</sup>	0,57	3,33	--	
29/09/10	4	0,88 <sup>ns</sup>	1,16*	0,97 <sup>ns</sup>	0,27	2,06	--	
01/10/10	6	0,09 <sup>ns</sup>	9,23*	0,08 <sup>ns</sup>	0,80	3,48	--	
03/10/10	8	6,05 <sup>ns</sup>	24,85*	1,66 <sup>ns</sup>	2,09	5,71	--	
05/10/10	10	1,15 <sup>ns</sup>	9,79*	0,48 <sup>ns</sup>	0,58	2,92	--	
07/10/10	12	0,43 <sup>ns</sup>	1,76*	0,05 <sup>ns</sup>	0,12	1,55	--	

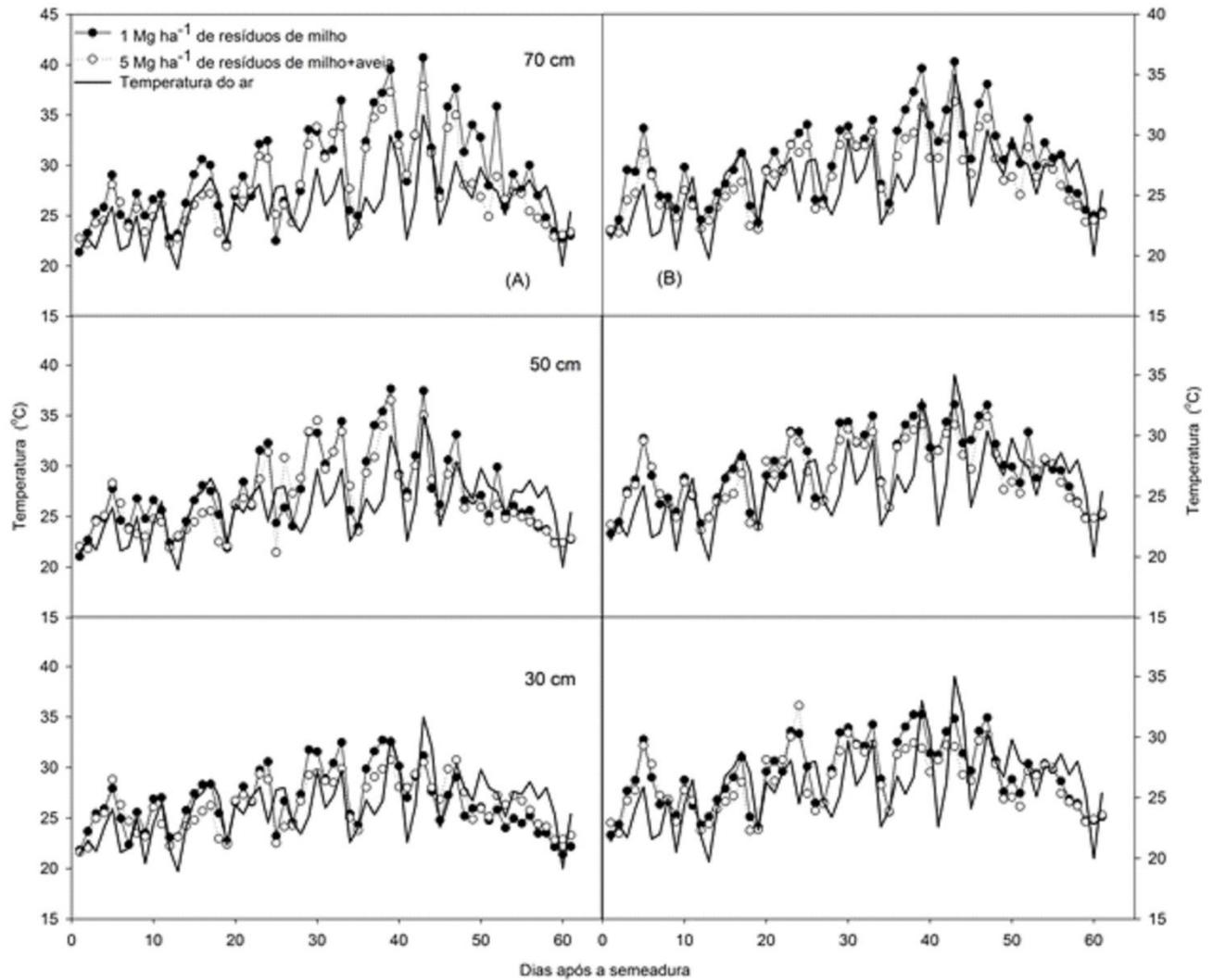
09/10/1 0	14	2,33 <sup>ns</sup>	8,41*	0,37 <sup>ns</sup>	0,68	3,33	--	
11/10/1 0	16	7,99 <sup>ns</sup>	39,45*	0,36 <sup>ns</sup>	5,20	8,29	--	
13/10/1 0	18	1,02 <sup>ns</sup>	30,78*	0,02 <sup>ns</sup>	1,95	5,76	--	
21/10/1 0	26	13,71 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	22,42 <sup>ns</sup>	25,6 8	18,99	--	
23/10/1 0	28	2,40 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	6,45	9,17	--	
25/10/1 0	30	20,95 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	4,53 <sup>ns</sup>	25,2 7	15,38	--	
27/10/1 0	32	13,14 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	4,79 <sup>ns</sup>	20,6 5	14,61	--	
29/10/1 0	34	4,57 <sup>ns</sup>	8,99 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	7,44	10,40	--	
31/10/1 0	36	15,15 <sup>ns</sup>	6,43 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	11,0 3	10,96	--	
02/11/1 0	38	40,59 <sup>ns</sup>	16,96 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	42,6 1	19,12	--	
04/11/1 0	40	23,30 <sup>ns</sup>	5,18 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	12,6 8	11,76	--	
06/11/1 0	42	21,89 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	10,0 1	10,23	--	
08/11/1 0	44	24,00 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	11,5 7	11,65	--	
10/11/1 0	46	64,35*	0,42 <sup>ns</sup>	9,50 <sup>ns</sup>	7,81	8,99	$y=24,99+0,12x$	0,85
12/11/1 0	48	22,98*	1,41 <sup>ns</sup>	11,91 <sup>ns</sup>	2,94	6,25	$y=23,21+0,08x$	0,78
14/11/1 0	50	25,95*	25,92 <sup>ns</sup>	14,35*	2,24	5,45	$y=23,30+0,08x$	0,63
16/11/1 0	52	55,38*	42,99 <sup>ns</sup>	26,76*	3,21	6,18	$y=23,57+0,10x$	0,85
18/11/1 0	54	11,29*	0,003 <sup>ns</sup>	6,49*	2,22	5,58	$y=23,53+0,06x$	0,85
20/11/1 0	56	12,44*	13,14 <sup>ns</sup>	10,28 <sup>ns</sup>	2,48	6,03	$y=23,73+0,06x$	0,87
<b>8 cm</b>								
27/09/1 0	2	0,05 <sup>ns</sup>	2,79*	0,11 <sup>ns</sup>	0,15	1,73	--	
29/09/1 0	4	0,03 <sup>ns</sup>	4,59*	0,71 <sup>ns</sup>	0,38	2,35	--	
05/10/1 0	10	0,58 <sup>ns</sup>	4,82*	0,95 <sup>ns</sup>	0,36	2,30	--	
07/10/1 0	12	0,02 <sup>ns</sup>	1,58*	0,04 <sup>ns</sup>	0,06	1,10	--	

09/10/1 0	14	0,14 <sup>ns</sup>	2,61*	0,28 <sup>ns</sup>	0,20	1,82	--	
11/10/1 0	16	0,51 <sup>ns</sup>	13,50*	0,11 <sup>ns</sup>	0,93	3,69	--	
13/10/1 0	18	0,05 <sup>ns</sup>	6,39*	0,27 <sup>ns</sup>	0,30	2,35	--	
21/10/1 0	26	0,28 <sup>ns</sup>	1,99*	0,01 <sup>ns</sup>	0,14	1,54	--	
23/10/1 0	28	0,44 <sup>ns</sup>	0,73*	0,26 <sup>ns</sup>	0,19	1,62	--	
25/10/1 0	30	0,13 <sup>ns</sup>	1,68*	0,07 <sup>ns</sup>	0,23	1,58	--	
27/10/1 0	32	1,32 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,46	2,30	--	
31/10/1 0	36	1,15 <sup>ns</sup>	5,63*	1,26 <sup>ns</sup>	0,54	2,52	--	
02/11/1 0	38	14,24 <sup>ns</sup>	23,66*	1,87 <sup>ns</sup>	1,27	3,61	--	
04/11/1 0	40	3,16*	12,76*	1,34 <sup>ns</sup>	0,69	2,90	$y=26,94+0,03x$	0,99
06/11/1 0	42	2,55*	9,73*	0,88 <sup>ns</sup>	0,36	1,97	$y=29,15+0,03x$	0,93
08/11/1 0	44	4,97*	11,69*	0,48 <sup>ns</sup>	0,39	2,18	$y=26,24+0,04x$	0,97
10/11/1 0	46	5,54*	6,16*	0,60 <sup>ns</sup>	0,86	2,98	$y=28,99+0,04x$	0,99
12/11/1 0	48	3,04*	4,44*	0,96 <sup>ns</sup>	0,67	2,85	$y=27,47+0,03x$	0,99
14/11/1 0	50	6,45*	13,81*	0,76 <sup>ns</sup>	1,40	4,41	$y=27,47+0,03x$	0,99
16/11/1 0	52	1,28*	15,81*	1,86 <sup>ns</sup>	4,09	7,00	--	

Onde: DAS: dias após a sementeira; A: espaçamento entre linhas; D: resíduos vegetais; A\*D: interação, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; \* significativo <sup>ns</sup> não significativo (linhas) em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Os valores de temperatura média do ar e da temperatura máxima do solo observados para os três espaçamentos entre linhas e as duas quantidades de resíduos vegetais depositados na superfície do solo, nas profundidades de 3 e 8 cm do perfil do solo são apresentados na Figura 3.

**Figura 3.** Temperatura máxima do solo para os espaçamentos entre linhas de 30, 50 e 70 cm e quantidades de resíduos vegetais na superfície do solo de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia e 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho para a profundidade de 3 cm (A) e para a profundidade de 8 cm do perfil do solo (B) e temperatura máxima do ar. Santa Maria, 2013.



Os resultados do desdobramento na análise estatística para a interação entre espaçamentos entre linhas e os resíduos vegetais, para a profundidade de 3 cm do perfil do solo são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultado da análise do desdobramento de A (espaçamento entre linhas) dentro de cada nível de D (resíduos vegetais). Santa Maria, 2013.

Data	DAS	AxD1	AxD2	Erro	Equação	R <sup>2</sup>
14/11/2010	50	20,56*	3,62 <sup>ns</sup>	1,91	y=21,54+0,14x	0,82
16/11/2010	52	13,18*	1,33 <sup>ns</sup>	1,01	y=23,07+0,14x	0,84
18/11/2010	54	19,95*	1,09 <sup>ns</sup>	1,36	y=22,89+0,07x	0,83

Onde: DAS: dias após a semeadura; A: espaçamento entre linhas; D1: 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho; D2: 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+ aveia; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; \* significativo <sup>ns</sup> não significativo (linhas) em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Para o solo mantido com 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho na superfície (Tabela 2), aos 52 DAS, a temperatura máxima do solo foi de 35,8, 29,9 e 25, 8 °C para os espaçamentos entre linhas de 70, 50 e 30 cm, respectivamente (Figura 3). Neste caso, a redução do espaçamento entre linhas de 70 para 30 cm, resultou na diminuição de 10 °C nos valores da temperatura máxima do solo.

Os valores da temperatura máxima do solo, no período compreendido entre os 42 e 56 DAS, para as profundidades de 3 e 8 cm do perfil do solo, aumentaram linearmente com o incremento dos espaçamentos entre linhas do feijoeiro de 30 para 70 cm (Tabelas 1 e 2). Nesse período do ciclo de cultivo, houve uma redução no armazenamento de água no solo (dos 36 aos 55 DAS) (Figura 2) por ser uma fase de elevada extração de água do solo pela cultura, pelo rápido incremento do IAF (Figura 1) e pela elevada demanda evaporativa da atmosfera, aliada ao incremento da temperatura do ar (Figura 3). Menor conteúdo de água na camada superficial do perfil do solo normalmente resulta em menor gasto de energia proveniente da radiação solar no processo de evaporação, restando maior energia para o aquecimento do solo. Outra razão para essas diferenças é o fato do sombreamento do solo pelo dossel da cultura ser parcial nos espaçamentos de 50 e 70 cm (Figura 1), mesmo correspondendo um período do ciclo de desenvolvimento (42 e 56 DAS) com elevado sombreamento da superfície do solo pelo dossel vegetativo da cultura.

Analisando a figura 3 verifica-se que, os resultados da temperatura máxima do solo na profundidade de 3 cm do perfil, no período compreendido de 46 a 56 DAS, foram em média 6 e 5°C maiores no espaçamento entre linhas de 70 cm, em relação aos espaçamentos entre linhas de 30 cm e 50 cm, respectivamente. Para a profundidade de 8 cm do perfil do solo, no período compreendido de 40 a 52 DAS, os valores da temperatura máxima do solo foram em média 1,5 e 0,7°C maiores no espaçamento entre linhas de 70 cm que nos espaçamentos entre linhas de 30 e 50 cm, respectivamente.

Dessa forma, a redução dos espaçamentos entre linhas de 70 para 30 cm causou efeito positivo na diminuição da temperatura máxima do solo. O uso de espaçamentos reduzidos, de acordo com Silva et al. (1995), proporciona o sombreamento mais rápido das entre linhas, diminuindo a perda de água por evaporação e auxiliando, também, no controle da erosão e melhorando o aproveitamento dos produtos fitossanitários aplicados via pulverização.

Na Tabela 1 observa-se que, a utilização de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos milho + aveia na superfície do solo, causou reduções na temperatura máxima do solo, no período da semeadura até os 18 DAS, para a profundidade de 3 cm do perfil do solo e, no período compreendido da semeadura até os 52 DAS, para a profundidade de 8 cm do perfil do solo.

Diferenças significativas nos valores da temperatura máxima do solo entre as quantidades de resíduos vegetais, verificadas em maior número de dias na profundidade de 8 cm, podem ter sido ocasionada pela menor variabilidade dos resultados de temperatura do solo

nessa profundidade, evidenciado pelo baixo coeficiente de variação (Tabela 1) e pela maior proximidade dos resultados com os valores da temperatura máxima do ar (Figura 3). Entretanto, em valores absolutos, os efeitos dos tratamentos (resíduos vegetais e espaçamentos entre linhas) na temperatura máxima do solo foram maiores na profundidade de 3 cm do perfil do solo.

Para a profundidade de 3 cm do perfil do solo, a utilização de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho + aveia na superfície do solo causou redução na temperatura máxima do solo em 3°C, aos 16 DAS. Para a profundidade de 8 cm, neste dia, a redução foi de 2°C (Figura 3). De acordo com Oliveira et al. (2005), as variações na umidade e temperatura do solo tendem a diminuir com o aumento da profundidade de amostragem.

A redução da temperatura máxima do solo com a adição de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia, verificada no período inicial de desenvolvimento da cultura do feijão, também, pode ser atribuída ao maior armazenamento de água verificado neste tratamento (Figura 2), resultando em menor aquecimento da superfície do solo. Trabalhando com palha de trigo como cobertura do solo, Bragagnolo; Mielniczuk (1990) observaram que, a diferença entre a temperatura do solo descoberto e com cobertura morta é função do conteúdo de água no solo, sendo maior quanto maior a diferença de umidade deste.

De acordo com o apresentado na figura 3, os resultados médios da temperatura máxima do solo no período da semeadura até os 61 DAS, variaram de 22 a 37°C, com valor máximo observado aos 39 dias após as semeadura (DAS), no qual a temperatura máxima do ar foi de 33°C. Neste dia (03/11/2010), no espaçamento entre linhas de 70 cm, com a utilização de 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho na superfície, os valores da temperatura máxima do solo foram de 39,5 e 35,5 °C, para as profundidades de 3 e 8 cm do perfil do solo, respectivamente. Com a utilização de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia na superfície do solo os valores foram reduzidos para 37,3 e 33,3 °C. Gasparin et al. (2005), verificaram temperaturas medidas a 2 cm de profundidade no solo sem cobertura superiores a 40°C, enquanto que, para o solo com cobertura de 4 Mg ha<sup>-1</sup> de palha de aveia, a temperatura máxima foi inferior a 31°C.

## 6 CONCLUSÕES

A utilização de 5 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho+aveia preta na superfície do solo reduz em até 3°C a temperatura máxima de um solo, cultivado com a cultura do feijão em linhas espaçadas de 30 a 70 cm.

A temperatura máxima de um solo cultivado com 1 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos de milho na superfície, na profundidade de 3 cm do perfil do solo, foi reduzida em 10°C com a diminuição do espaçamento entre linhas do feijoeiro de 70 para 30 cm.

Espaçamentos entre linhas reduzidos de 70 para 30 cm, dos 42 a 56 DAS, causaram efeito positivo na diminuição da temperatura máxima de um solo, independente da quantidade de resíduos na superfície do solo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, n. 56).

BRAGAGNOLO, L.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 369-374, 1990.

CHABAT, M. M. **Influência dos resíduos vegetais na superfície do solo na dinâmica de evaporação da água e temperatura do solo**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRÄGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília-DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2013. 353 p.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P. da; CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 375-380, 2008.

GASPARIN, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringa, n. 27, p. 107-115, 2005.

HILLEL, D. **Environmental soil physics**. London: Academic Press, 1998.

KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1511-1520, 2007.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1961. 42 p.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.

SILVA, C. C. da. Estabelecimento da cultura. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMERMANN, M. S. D. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 417-432.

SILVA, P. R. F.; RIZZARDI, M. A.; TREZZI, M. M.; ALMEIDA, M. L de. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 797-810, 1995.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira Ciência Solo**, cidade, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006.

SARKAR, S.; SINGH, S. R. Interactive effect of tillage depth and mulch on soil temperature, productivity and water use pattern of rainfed barley (*Hordeum vulgare*L.). **Soil & Tillage Research**, v. 92, p. 79-86, 2007.