

Influência da temperatura do perfil do solo no desenvolvimento da cultura da soja na região oeste do Paraná

Willian Tenfen Wazilewski¹, Onóbio Vicente Werner^{1;2} e Maurício Medeiros¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado *Stricto Sensu*. Rua Universitária, 2069 – CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

²Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER – Paraná. Av. Brasil, 2090 – CEP: 85.816-290 Cascavel – PR.

tw.willian@gmail.com, onobiowerner@emater.pr.gov.br, mauriciomedeiros@pop.com.br

Resumo: O sistema de agricultura convencional reduz a importância da radiação solar e subestima seus efeitos diretos no solo. A temperatura do solo tem efeitos diretos no desenvolvimento da planta, pois a semente não germina até que o solo alcance uma temperatura crítica. Os diferentes sistemas de manejo do solo afetam a temperatura do perfil do solo. Neste trabalho objetivou-se verificar a existência de uma faixa de temperatura mais adequada para a germinação e desenvolvimento da cultura da soja em um sistema de solo manejado com cobertura, foram utilizados dados de temperatura do perfil do solo manejados sobre dois tratamentos, solo nu e com cobertura de aveia preta (4 t.ha⁻¹), os quais foram coletados em Cascavel-Paraná nos anos de 2001/2002. O período do verão apresentou uma diferença média de 12°C nas temperaturas máximas diárias entre os dois tratamentos, na profundidade de 2 cm, mostrando que a palhada como cobertura teve efeito significativo sobre a temperatura do perfil do solo e promoveu uma faixa mais adequada para a semeadura e desenvolvimento da cultura da soja, não ultrapassando temperaturas máximas diárias de 34°C. A palhada no período outono/inverno manteve as temperaturas mínimas mais elevadas, apresentando uma pequena diferença entre os dois tratamentos, média de 1,3°C, sendo que ocorreram vários dias com temperaturas mínimas diárias inferiores a 16°C nos meses de maio e junho, mostrando que a palhada não foi suficiente para proporcionar uma faixa de temperatura adequada no período de frio para a germinação da cultura da soja.

Palavras-chave: Germinação, desenvolvimento inicial, cobertura do solo

Soil profile temperature influence at the development of soybean crops in the western region of Paraná state - Brazil

Abstract: The ground-tillage practice system reduces the solar radiation importance and underestimates its direct effects to soil. The soil temperature has direct effects at plants development, because seed doesn't germinate until it reaches a critical temperature. The soil profile temperature is affected by the different systems of soil management. The present work objective was to verify the existence of a range of temperature more suitable for germination and development of soybean in a soil with a mulching, two soil management where used to compare its profile temperature, one soil with black oat mulching density of 4,000 kg.ha⁻¹ and a nude soil. These data were collected in the years of 2001/2002 at Cascavel city, west region of the state of Paraná. At summer season soil daily maximum temperature showed a mean difference of 12°C between the two soil treatments, at 2cm of depth, resulting that black oat mulching density of 4,000 kg.ha⁻¹ provided a better range of daily temperature for sowing and development of soybeans crop, temperatures not superior than 34°C. Using the black oat for

covering soil at the autumn/winter season it kept the minimum daily temperatures a little beet higher than nude soil, a mean of 1,3°C, being that there were too many days with temperatures lower than 16°C at the months of May and June, showing that black oat mulching is not efficient for promoting a better range of temperature for germination and development of soybeans at this season.

Key words: germination, initial development, mulching

Introdução

A radiação solar é a fonte primária de energia, responsável por todos os processos físicos naturais, sendo a principal fonte de energia dos processos de transpiração das culturas e da evaporação da água do solo (Kunz *et al.*, 2007). A radiação solar global depende da turbidez atmosférica, da cobertura de nuvens e da topografia. Essa energia, ao atravessar a atmosfera, tem parte refletida pelas nuvens, parte espalhada pelas moléculas e partículas do ar e parte absorvida pelo vapor de água, dióxido de carbono, ozônio e compostos nitrosos. A porção absorvida aumenta a temperatura do ar e, por conseguinte aumenta a emissão de ondas longas para a superfície da terra e para o espaço. O balanço de radiação representa, em última análise, as fontes e sumidouros de energia que afetam as condições meteorológicas e o clima do planeta (Souza e Escobedo, 1997).

A radiação solar vem se destacando nas pesquisas dos últimos anos, que buscam explorar o rendimento potencial das culturas. Embora a temperatura e o fotoperíodo sejam os principais fatores que atuam sobre o desenvolvimento vegetal, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, a radiação solar é fundamental para o desenvolvimento e o crescimento vegetal na agricultura, efetuado pelos processos fotomorfogenéticos e fotossintéticos. A radiação solar ao incidir no solo faz com que este se aqueça e dependendo da intensidade pode ser prejudicial para as culturas como, por exemplo, a soja.

A soja, *Glycine Max* (L.), é a cultura energética com a maior área de cultivo no Brasil, sendo, devido à adaptabilidade, atualmente cultivada desde o Sul até o Norte do país. No estado do Paraná, segundo o Departamento de Economia Rural (2010), foi plantada na safra 2009/2010 uma área equivalente a 4.393.831 ha, com produtividade média de 3.178 kg.ha⁻¹, mostrando a importância que esta cultura representa no valor bruto da produção agrícola deste Estado (Hubner, 2010). Os municípios de Corbélia e Braganey, localizados na região oeste do estado do Paraná, são caracterizados pela intensa atividade agrícola, sendo que 59.978 ha, ou seja, 69 % da área total dos municípios são dedicadas à agricultura, e desta 87,5% ao cultivo de soja que alcançaram uma produtividade média de 3.300 kg.ha⁻¹ (EMATER, 2010).

O sistema de agricultura convencional, o qual adota práticas de revolvimento e preparo do solo, reduz a importância da radiação solar e subestima seus efeitos diretos no solo, em especial na redução dos estoques de matéria orgânica essencial à atividade microbiana e ao equilíbrio de nutrientes assimilados pelas plantas. Assim, é estratégico aproveitar todas as possibilidades de obtenção e reciclagem de resíduos orgânicos, incluindo-se o uso de palhadas e restos de lavouras em plantio direto e a rotação de culturas.

A manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo é uma prática efetiva e econômica de reduzir a evaporação e, conseqüentemente, aumentar o armazenamento de água no solo e a disponibilidade de água às plantas. A evaporação da água do solo é influenciada pela demanda evaporativa da atmosfera (isto é, da disponibilidade de radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa do ar, etc.), pela disponibilidade de água no solo, tipo e quantidade da cobertura do solo.

Os resíduos sobre o solo reduzem a temperatura e a amplitude térmica, devido à reflexão e à absorção de energia solar incidente, diminuindo assim a perda de água por evaporação (Wierenga *et al.*, 1982). Furlani *et al.* (2008), verificou uma temperatura menor a 5 cm de profundidade, em solo manejado com plantio direto comparado ao cultivo convencional, chegando a uma diferença de 4,7 °C em horário de pico da temperatura diária. Dados semelhantes aos encontrados por Johnson & Lowery (1985) que verificaram uma diferença de cerca de 6 °C a menos para o plantio direto, na profundidade de 5 cm em solo siltoso no estado de Wisconsin-USA.

A temperatura do solo tem efeitos diretos no desenvolvimento da planta, pois a semente não germina até que o solo alcance uma temperatura crítica, assim como o desenvolvimento normal da planta também necessita de uma temperatura adequada. A temperatura média do solo adequada para a semeadura da soja encontra-se entre 20 e 30°C, sendo 25°C a ideal para uma emergência rápida e uniforme. A semeadura em solo com temperatura média inferior a 18°C pode resultar em drástica redução nos índices de germinação e de emergência sendo que temperaturas acima de 40°C também podem ser prejudiciais (EMBRAPA, 2008). Em trabalho realizado por Silva (2002), o autor encontra que a temperatura ótima do solo para germinação da semente fica na faixa de 25 a 30°C e para nodulação e fixação de nitrogênio entre 27 e 32°C.

Se, após a semeadura, o solo estiver seco, ou muito úmido, ou frio (temperaturas abaixo de 18°C), a semente deteriorará no solo. Caso tais condições venham a ocorrer, a velocidade de germinação é reduzida e a emergência de plântulas é prejudicada, uma vez que a semente é exposta à ação deletéria de fungos de solo, como *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*,

Rhizoctonia solani e *Sclerotium rolfsii*. Para minimizar esta situação o tratamento de sementes com fungicidas adequados é uma prática que protegerá as mesmas, quando semeada nessas condições (Henning, 2005).

A palhada da cultura de cobertura poderá afetar tanto a germinação das sementes das plantas cultivadas quanto à germinação de sementes de algumas plantas daninhas (Almeida, 1988). O comportamento das sementes de plantas cultivadas expostas a diferentes tratamentos poderá ser verificado pelo índice de velocidade de emergência (IVEM), que permite identificar grupos de sementes, em condições de campo, que são influenciados por fatores externos, tais como: manejo, temperatura e teor de água no solo (Marcos Filho *et al.*, 1987). Estudos realizados no norte dos Estados Unidos indicam que a cobertura do solo pela palha reduziu a temperatura do solo em 2 °C e que prejudicou a produtividade de diversas culturas, enquanto, em regiões mais quentes dos Estados Unidos, o efeito da diminuição da temperatura do solo foi benéfico para as plantas (Zobel, 1992).

Tyagi e Tripath (1983) em trabalho de pesquisa encontraram o tempo necessário para a germinação de sementes de soja sob condições ótimas, controlando a temperatura do solo em laboratório, em torno de 30 a 35 horas. Os autores citam que a temperatura do solo afetou a velocidade de absorção de água pelas sementes, porém não tão significativamente quanto ao teor de água presente no solo. Em condições de campo o tempo necessário para a germinação passou a ser de 71 e 83 horas para uma densidade de cobertura de solo de 5 e 10 t.ha⁻¹, respectivamente, onde a temperatura do solo a 5 cm de profundidade variou de 24,2 a 32,8 °C, para a densidade de cobertura de 5 t.ha⁻¹, e 24,3 a 30,4 °C para a densidade de cobertura de 10 t.ha⁻¹. Com isto os autores concluíram que todos os níveis de cobertura de solo melhoraram a velocidade de absorção de água pelas sementes, o que acabou propiciando uma germinação melhor e mais rápida.

Bortoluzzi e Eltz (2000), estudando o efeito dos diferentes tipos de manejo mecânico da palhada de aveia preta, observaram uma diferença significativa na velocidade de emergência de soja entre solos com e sem a presença de cobertura morta de aveia. Na situação com cobertura de solo, 4 t.ha⁻¹, a emergência de 80% das sementes se deu em sete dias ao passo que em solo nu esta se verificou apenas no nono dia após a semeadura. Com relação à temperatura do solo, verificaram uma menor temperatura máxima na presença de cobertura, em torno de 4 °C de diferença comparada ao solo sem cobertura.

Temperaturas da superfície do solo extremamente elevadas, acima de 55°C, logo após a emergência, pode resultar em problemas fisiológicos como, por exemplo, cancos de calor que são caracterizados pelo estrangulamento do colo da planta. Este e outros problemas

fisiológicos podem ocorrer, principalmente, em solos sem cobertura de palhada, escuros, compactados e argilosos (Costamilan e Bonatto, 2010). Segundo Yorinori (2002), os fatores que favorecem o aparecimento de cancos por calor e a deterioração da raiz, estão diretamente relacionados com o calor excessivo. Mesmo em solos úmidos, a alta temperatura favorece o aparecimento do problema, principalmente quando o solo está compactado e não há boa drenagem. Outro fator que pode interferir é a questão genética, ou seja, a variedade de soja utilizada, já que em lavouras semeadas com apenas horas de diferenças, se verifica o aparecimento do problema em algumas variedades e em outras não se constatam os sintomas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado para Cascavel, região oeste do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: latitude 24°53'S, longitude 53°23'W e altitude média de 780 metros. Vianello e Alves (1991) definem o clima de Cascavel como temperado úmido, com temperatura média do ar do mês mais quente acima de 22°C e precipitação pluvial média anual de 2000 mm.

Os dados da temperatura do perfil do solo foram coletados no ano de 2001 e 2002 pela Estação Experimental Agrometeorológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel-PR, como descrito por Gasparim *et al.* (2005). Na ocasião, esta temperatura do solo foi monitorada em diversas profundidades por termopares com comprimento unitário de 15 metros, os quais estavam conectados a um sistema de aquisição de dados que realizava uma leitura a cada segundo e armazenava médias aritméticas a cada cinco minutos no decorrer das 24 horas do dia. As densidades de cobertura de solo foram controladas para simular a situação de 4 e 8 t.ha⁻¹ de aveia preta, sendo que esta era substituída a cada 15 dias para evitar que o efeito da decomposição natural provocasse erros nas medidas da temperatura do perfil do solo.

Para o presente estudo foram consideradas apenas as temperaturas registradas na situação de solo nu e com 4 t.ha⁻¹ de aveia preta, ambas na profundidade de 2 cm. Os dados foram analisados e consideraram-se as temperaturas registradas acima de 40°C e abaixo de 18°C como inibidoras do processo de germinação e prejudiciais para o desenvolvimento das plântulas de soja.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 relaciona os dias em que a temperatura máxima do solo nu foi superior a 40°C e a respectiva temperatura máxima em solo coberto com densidade de 4 t.ha⁻¹ de aveia preta.

Tabela 1 - Dias em que a temperatura máxima do solo, a 2 cm de profundidade, ultrapassaram os 40°C em solo nu e a respectiva temperatura máxima atingida em solo com cobertura de aveia preta com densidade de 4 t.ha⁻¹ na região de Cascavel-PR.

Dia / Mês	Tratamento	
	Solo Nu	Solo com cobertura
03/12	40,4	27,7
08/12	41,2	28,1
10/12	40,9	30,2
17/12	41,0	30,2
18/12	43,0	30,8
19/12	43,5	30,9
20/12	44,9	32,7
21/12	40,7	30,5
25/12	41,6	30,0
26/12	43,0	30,8
Média	42,02	30,19
02/01	40,4	27,8
03/01	42,4	29,0
04/01	44,7	31,0
06/01	41,2	29,1
07/01	42,9	30,7
08/01	44,5	31,6
09/01	41,8	31,2
15/01	40,3	29,7
16/01	41,4	29,7
18/01	40,6	29,5
19/01	42,2	30,1
20/01	42,1	30,6
Média	42,04	30,00
05/02	40,8	30,1
09/02	42,2	29,0
10/02	40,2	28,2
19/02	40,1	31,0
24/02	40,1	30,6
Média	40,68	29,78
05/03	40,5	32,5
10/03	40,5	33,5
11/03	42,4	33,7
12/03	40,8	32,8
17/03	41,0	30,6
21/03	40,1	30,2
Média	40,8	32,3

Verifica-se que o mês que apresentou maior quantidade de dias com temperatura desfavorável a germinação de soja foi em janeiro com 12 dias, seguido de dezembro com 10 dias. As médias das temperaturas máximas mostram uma diferença de 11,83 e 12,04°C para os meses de dezembro e janeiro, respectivamente, entre o solo nu e coberto. Com isto verifica-se que solos manejados com cobertura apresentam temperaturas máximas mais

próximas às favoráveis para a germinação de sementes de soja, durante o decorrer do dia, já que nestes a temperatura máxima diária não atinge os 40°C.

A Tabela 2 apresenta os dias em que a temperatura no solo nu foi inferior a 16°C e respectivamente a temperatura mínima do solo com cobertura de aveia preta a uma densidade de 4 t.ha⁻¹.

Tabela 2. Dias em que a temperatura mínima do solo nu, a 2 cm de profundidade, foram inferiores a 16°C e a respectiva temperatura mínima atingida em solo com cobertura de aveia preta com 4 t.ha⁻¹, para os meses de maio e junho de 2002 na região de Cascavel-PR.

Dia / Mês	Tratamento	
	Solo Nu	Solo coberto
09/05	14,6	15,6
11/05	11,7	14,3
12/05	10,6	13,7
13/05	11,4	13,8
16/05	15,3	15,4
17/05	13,4	14,2
18/05	13,5	14,4
19/05	14,7	14,9
20/05	14,8	15,3
21/05	15,2	15,8
Média	13,5	14,7
02/06	15,4	16,6
03/06	15,7	17,0
04/06	15,9	17,0
05/06	15,6	16,7
14/06	14,1	15,1
15/06	13,5	15,0
16/06	15,2	16,2
17/06	14,7	16,2
22/06	13,3	14,7
23/06	14,5	15,5
24/06	13,8	15,1
25/06	12,0	13,9
26/06	9,3	12,2
27/06	9,7	12,1
28/06	12,5	13,5
29/06	13,6	14,3
30/06	15,6	15,6
Média	13,78	15,1

Constata-se que o efeito da palhada de aveia preta para os meses de outono/inverno é contrario aos meses de verão, esta mantém a temperatura mínima do solo ligeiramente mais elevada que na situação do solo descoberto. Com isto verifica-se uma importante inversão térmica para a região. Os meses de maio e junho apresentaram 10 e 17 dias com temperaturas mínimas abaixo de 16 °C, respectivamente. A média da diferença das temperaturas mínimas entre os dois tratamento foi de 1,2 e 1,32 °C a mais para o solo com cobertura de aveia preta.

A Figura 1 apresenta as temperaturas diárias máximas do solo nu e com cobertura de aveia preta com densidade de 4 t.ha^{-1} , a 2 cm de profundidade, no período de dezembro/2001 a março/2002. Observa-se que os picos mínimos de temperatura aconteceram em dias nublados ou chuvosos nos quais a radiação difusa é a maior responsável pelo aquecimento. Os picos máximos de temperatura aconteceram nos dias pouco nublados nos quais a radiação direta incidente é maior. A cobertura do solo exerceu uma função importante na oscilação da temperatura do perfil do solo, mantendo esta numa faixa de picos máximos entre 20°C e 35°C .

Considerando apenas a temperatura do solo como fator determinante para a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de soja a semeadura pode ser realizada em todo o período em estudo no solo com cobertura, por este não ter apresentado temperaturas máximas diárias superiores a 33°C e mínimas inferiores a 20°C , já no solo nu ocorreram períodos em que as temperaturas máximas diárias foram superiores a 40°C sendo esta prejudicial à germinação das sementes.

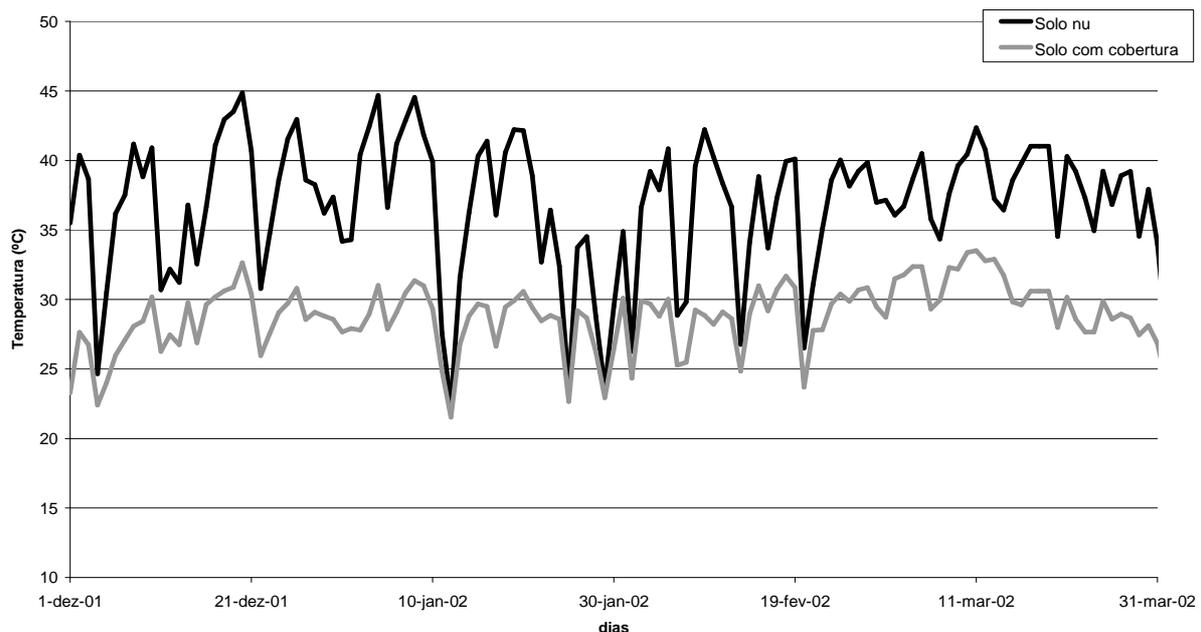


Figura 1 - Temperaturas diárias máximas no período de dezembro de 2001 a março de 2002.

A Figura 2 apresenta as temperaturas diárias mínimas do solo nu e com cobertura de aveia preta numa densidade de 4 t.ha^{-1} , a 2 cm de profundidade, no período de abril a junho do ano de 2002. Observa-se que a variação nas temperaturas mínimas diárias são menores nos períodos mais críticos, em solos com cobertura de aveia preta (4 t.ha^{-1}), proporcionando um período maior adequado para a germinação das sementes no mês de abril. A partir do mês de

maio as temperaturas diárias mínimas são inferiores a 20°C tanto no solo nu quanto com cobertura, caracterizando o período inapropriado para a germinação das sementes de soja se considerado a temperatura do solo como fator determinante.

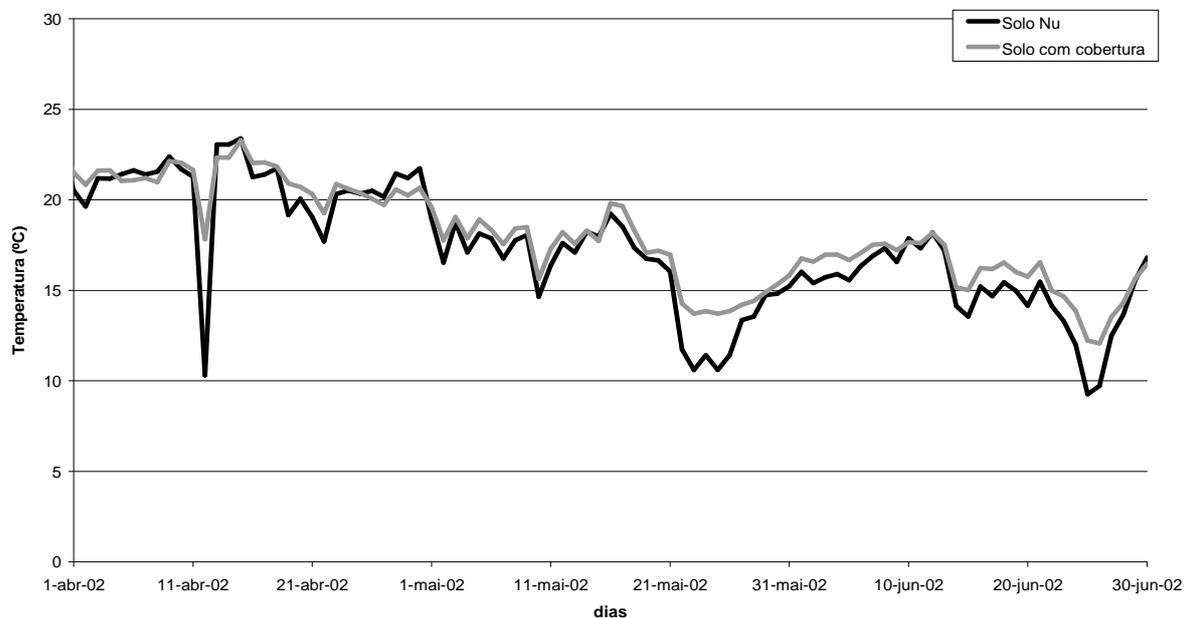


Figura 2 - Temperaturas mínimas diárias no período de abril de 2002 a junho de 2002.

Conclusões

A cobertura de solo com aveia preta aparenta ser favorável na região oeste do Paraná para manter a faixa de temperatura adequada para a germinação e desenvolvimento da cultura da soja, na estação do verão, pois a palhada funcionou como um isolante térmico. Esta cobertura do solo nos dias mais quentes do ano diminuiu o aquecimento do mesmo e proporcionou uma amplitude térmica mais adequada para o desenvolvimento da cultura da soja, mantendo a temperatura mais próxima da ideal para a nodulação e fixação do nitrogênio.

Nos meses de maio e junho a temperatura do solo na região de Cascavel/PR é imprópria para a germinação das sementes e desenvolvimento da cultura da soja, apresentando vários dias com temperaturas mínimas diárias do solo inferiores a 16°C a 2 cm de profundidade, tanto em solo nu quanto com cobertura de palhada de aveia preta.

Referências

BOTREL, M.C.G.; MACHADO, R.P.; SANTOS, M.M.S. **Cultivo de árvores na Região Sul do Brasil**. Cascavel: Editora X, 2008. 114p.

SILVA, T.R.B.; LEITE, V.E.; SILVA, A.R.B.; VIANA, L.H. Adubação nitrogenada em cobertura na mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1357-1359, 2007.

SILVA, T.R.B.; TAVARES, C.A. Aplicação superficial de corretivos no desenvolvimento do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais**. Gramado: UFPel, 4p.

ALMEIDA, F.S. A alelopatia e as plantas. Londrina. **Pesquisa Agropecuária do Paraná**, outubro. 60p. (Circular, 53) 1988.

BORTOLUZZI E.C.; ELTZ F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:449-457, 2000.

COSTAMILAN, L.M.; BONATO, E.R. **Causas frequentes de problemas iniciais em soja**. Disponível em <<http://ciencialivre.pro.br/media/>> acesso em: 17 de Nov. 2010. Embrapa-Trigo, 2010.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010. - Londrina: **Embrapa Soja**: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste. 262p. (ISSN 1677-8499; n.13), 2008.

EMATER. **Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural**. Informações Obtidas juntamente aos escritórios locais de Corbélia e Braganey. 2010.

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; SILVA, R.P.; CORTEZ, J.W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:375-380, 2008.

GASPARIM, E.; RICIERY, R. P.; SILVA S. M.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.27, p.107-115, 2005.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2 ed. 52p.; 2005.

HUBNER, O. **Soja Safra 2009/2010, estado do Paraná**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural. Disponível em <<http://www.seab.pr.gov.br>> Acesso em: 22 de Nov. 2010. Boletim. Julho de 2010.

JOHNSON, M.D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 49:1547-1552, 1985.

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**, v.42, p.1511-1520, 2007.

- LAL, R. Effect of constant and fluctuating soil temperature on the growth, development and nutrient uptake of maize seedlings. **Plant Soil**, 40:589-606, 1974.
- MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B. & FANCELI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, 19:605-613, 1984.
- SILVA, V. R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:391-399, 2006.
- SOUZA, J. L.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de radiação em cultivos de feijão-vagem com e sem cobertura de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 1-15, 1997.
- TYAGI, S.K.; TRIPATHI, R.P. Effect of temperature on soybean germination. **Plant and Soil**, v. 74, 273-280, 1983.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa – UFV, Imprensa Universitária. 449p. 1991.
- WIERENGA, P.J.; NIELSEN, D.R.; HORTON, R. & KIES, B. Tillage effects on soil temperature and thermal conductivity. In: ANNUAL MEETING SOIL SOCIETY OF AGRONOMY, 30., Detroit, 1980. Proceeding. Detroit, **Soil Science Society America**, p.69-90, 1982.
- YORINORI, J. T. **Tombamento da soja: Plantas morrem por altas temperaturas em solos compactados**. Disponível em <<http://www.coamo.com.br/jornalcoamo/dez02/agricultura01.html>> acesso em: 17 de Nov. 2010. *Jornal Coamo – Dezembro, 2002*.
- ZOBEL, R.W. Soil environmental constraints to root growth. Limitations to plant root growth. New York, **Springer-Verlag**, p.27-48. 1992.