

TEMPERATURA DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

Ricielly Eloyze Rosseto¹; Reginaldo Ferreira Santos¹; Deonir Secco¹ e Pablo Chang¹

¹Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. *E-mail: riciellyeloyze@hotmail.com

RESUMO: A temperatura do solo tem grande influência nos processos do sistema solo-planta, gera desde os processos bioquímicos tais como, germinação, emergência, crescimento, desenvolvimento e atividade das raízes, como também participa das reações químicas e atividade microbiana no interior do solo. As condições de temperatura dentro de um solo mudam continuamente, resultando na difícil tarefa de modificação e controle de sua condição, bem como a previsão de seus efeitos para os cultivos agrícolas. A temperatura do solo é influenciada pelos sistemas de manejo do solo e pelo volume de palha na superfície oriunda dos cultivos agrícolas. Os cultivos agrícolas dependem de temperaturas ótimas no solo para a manutenção de todos os seus processos, sejam eles físicos químicos e biológicos, indispensáveis ao seu desenvolvimento. Os sistemas de preparo do solo alteram a estrutura do solo, expondo sua superfície à maior radiação que por consequência elevam seu aquecimento, o que influi diretamente nas relações solo-planta. A cobertura do solo vem como uma alternativa para atenuar estes efeitos, protegendo a camada superficial e proporcionando assim melhores condições de temperatura para o desenvolvimento dos cultivos.

PALAVRAS CHAVE: temperatura do solo; sistemas de preparo; cobertura do solo.

SOIL TEMPERATURE AND DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL CROPS

ABSTRACT: Soil temperature has a great influence on the processes of the soil-plant system, generating from biochemical processes such as germination, emergence, growth, development and root activity, as well as chemical reactions and microbial activity inside the soil. Temperature conditions within a soil change continuously, resulting in the difficult task of modifying and controlling its condition, as well as predicting its effects on agricultural crops. The soil temperature is influenced by soil management systems and the volume of straw on the surface of agricultural crops. Agricultural crops depend on optimum temperatures in the soil for the maintenance of all their processes, be they chemical and biological, indispensable for their development. Soil preparation systems alter the soil structure, exposing its surface to the higher radiation that consequently increases its heating, which directly affects soil-plant relationships. Soil cover comes as an alternative to attenuate these effects, protecting the surface layer and thus providing better temperature conditions for crop development.

KEY WORDS: soil temperature; tillage systems; soil cover.

INTRODUÇÃO

A temperatura do solo tem grande influência nos processos físicos, químicos e biológicos do solo e das plantas. As condições de temperatura dentro do solo mudam continuamente, resultando na difícil tarefa de modificação e controle de sua condição, bem como a previsão de seus efeitos para os cultivos agrícolas.

Além de todos estes fatores, que dificultam o controle da temperatura do solo, os sistemas de manejo de solo podem influenciar significativamente, pois alteram as condições da superfície do solo. Práticas conservacionistas, como a manutenção da cobertura do solo parecem ser as mais eficientes no controle da temperatura, pois diminuem a sua exposição a intempéries e promovem a conservação de sua estrutura.

Diante do exposto, esta revisão tem como objetivo relacionar os efeitos da temperatura do solo no desenvolvimento dos cultivos agrícolas.

Temperatura do solo

Três principais formas de transferência de energia podem ocorrer dentro de um solo, sendo elas: radiação, convecção e condução. A energia térmica que promove a variação da temperatura do solo é resultante do balanço da radiação que ocorre na superfície do solo, que dá origem a um gradiente de temperatura tanto no solo quanto na atmosfera. Na atmosfera, a transmissão de calor dá-se por convecção. A direção e o sentido do fluxo são definidos pelo gradiente e a intensidade do fluxo relaciona-se com as propriedades térmicas do solo e da atmosfera. O calor se transmite dentro do solo obedecendo os gradientes formados, deslocando-se por condução, o principal processo de transferência de calor nos solos, do ponto de temperatura mais alta para o de mais baixa. Esse processo também é dependente da umidade do solo. A transferência de calor por convecção ocorre por fluxo de massa e pode ser considerado o processo fundamental para a transferência de calor nos solos úmidos (Salton, 1991; Hillel, 1998).

Devido a todos estes mecanismos de transferência de energia, as condições de temperatura dentro de um solo mudam continuamente. O estado de equilíbrio da temperatura em um sistema de manejo é constantemente afetado pelas entradas de calor, predominantemente originadas pela radiação solar e, saídas de calor tais como: profundidade, atmosfera superficial e evaporação. As variações diurnas e sazonais na entrada de radiação solar impedem que a temperatura do solo seja uniforme, resultando na dificuldade de modificar e controlar as condições de temperatura do solo, bem como prever seus efeitos (Gardner, 1999).

Hillel (1998) aborda ainda que além destas condições, o clima, relevo, tipo de solo, cobertura vegetal e os sistemas de manejo escolhidos pelo homem podem intervir na temperatura do solo.

A temperatura atuante sobre o material de origem (rochas) é um dos componentes mensuráveis do clima nos processos pedogenéticos de formação do solo. Embora, não haja informações diretas sobre o clima dos solos, extrapolam-se os dados em relação ao clima atmosférico, pois o clima do solo é afetado pelo clima atmosférico (Klamt, 1983).

As estações provocam mudanças na temperatura do solo em profundidade, Gasparin et al. (2005) avaliando temperatura no perfil do solo observaram que em solo sem cobertura a temperatura é maior na subsuperfície para a estação do verão, invertendo no inverno, em que temperatura se torna maior conforme o aumento da profundidade, isso porque o solo tem capacidade de reter e trocar calor com a atmosfera.

Neto et al. (2015) analisando dois solos, um Latossolo Amarelo e um Neossolo Regolítico, constataram que as variações de temperaturas entre as camadas decrescem com o aumento da profundidade até 40cm de profundidade e que a partir desta profundidade a temperatura se tornou constante.

As oscilações de temperatura de um solo com cobertura vegetal em profundidades de 15 e 35cm são inferiores às temperaturas de profundidades de 3 e 8 cm. Em profundidades maiores as variações tornam-se mais homogêneas Knies (2010).

Efeito da temperatura do solo no desenvolvimento de plantas

A temperatura do solo tem grande influência nos processos físicos químicos e biológicos dos cultivos agrícolas, fator importante do sistema solo-planta, gere desde os processos bioquímicos tais como, germinação, emergência, crescimento, desenvolvimento e atividade das raízes, como também participa das reações químicas e atividade microbiana no interior do solo (Hillel, 1998; Conceição et al., 2000).

Para que ocorra plenamente a germinação das sementes e conseqüentemente o estabelecimento uniforme da população de plantas, toda cultura necessita de intervalos de temperatura do solo ótimas. A temperatura do solo estando abaixo ou acima deste intervalo além de ocasionar desuniformidade pode comprometer o potencial produtivo dos cultivos (Zwirtes, 2017).

Barzotto et al. (2012) discorrem em seu trabalho, avaliando resposta da germinação de soja sob temperaturas sub ótimas, que para a semeadura da soja, a temperatura adequada pode variar de 20°C a 30°C, sendo que, para efeito de velocidade e uniformidade de emergência a

temperatura ideal é de 25°C e temperaturas inferiores à 18°C podem reduzir e prolongar as taxas de germinação e emergência.

A temperatura é crucial no desenvolvimento das raízes, pois dela dependem seu crescimento e capacidade de absorção de água e nutrientes. Cada espécie possui sua temperatura ótima para o crescimento radicular, e esta por sua vez em uma mesma planta, difere da temperatura ótima para o crescimento da parte aérea. É o que acontece com as espécies de clima temperado e as espécies de clima tropical, ficando a faixa ideal de crescimento e atividade das raízes entre 20°C a 25 °C para espécies temperadas e entre 30°C a 35°C para espécies de clima tropical (Marschner, 1986).

Assim como as plantas, a atividade e o crescimento dos microrganismos do solo é controlada por temperaturas ótimas. A temperatura interfere diretamente na fisiologia dos microrganismos indiretamente alterando o ciclo de nutrientes e atividade da água. Um exemplo são as bactérias fixadoras de nitrogênio que podem ter seus processos tais como, a amonificação e nitrificação afetados por baixas temperaturas no solo (Leite e Araújo, 2007).

Efeito da cobertura do solo sobre a temperatura

A superfície do solo atua diretamente sobre sua temperatura. A cobertura vegetal atua na troca e armazenamento de energia influenciando o regime térmico do solo, reduzindo sua temperatura e amplitude térmica. A ação principal da cobertura do solo ocorre pela reflexão e absorção da energia que incide sobre a superfície do solo e depende de fatores como, cor, tipo e quantidade de distribuição.

Deste modo, solos descobertos possuem a superfície escura e tem a capacidade de absorver maior energia e solos cobertos, de superfície clara, refletem maior quantidade de energia, o que ocorre com a palha que apresenta alta refletividade da radiação solar e condutividade térmica mínima (Salton, 1991; Carneiro et al., 2013).

A cobertura vegetal também pode atuar na manutenção da umidade do solo e retardando assim o processo de aquecimento do solo. A palha fornece proteção contra o aquecimento excessivo do solo e perda de água por evaporação (Silva et al., 2006).

Carneiro (2014), ao estudar o perfil da temperatura do solo em biomas florestais, constatou que o fluxo de calor no solo é afetado significativamente pela presença de água, modificando assim a amplitude de temperatura em superfície pela minimização da evaporação.

O tipo e cobertura vegetal pode ser um diferencial na manutenção e controle da temperatura do solo, podendo esta ser cobertura morta (palhada) ou por plantas em fase de

desenvolvimento (cobertura viva). O tipo do material utilizado como cobertura do solo e seu albedo podem diminuir ou aumentar a temperatura do solo, coberturas refletivas reduzem o fluxo de radiação na superfície enquanto que coberturas densas com baixa refletividade podem elevar a temperatura do solo (Bristow, 1998).

Fato observado por Coelho et al. (2013) em seu experimento com pimentão, constataram que o aquecimento e amplitude térmica do solo foi menor quando o solo foi mantido com cobertura morta no sistema de plantio direto com ou sem plantas daninhas e se manteve baixa assim como no sistema convencional sem a retirada de plantas daninhas, comparado ao solo mantido no limpo com capinas, ressaltando que a manutenção das plantas daninhas neste caso foram as responsáveis pela diminuição da temperatura na superfície do solo.

A influência do tipo de cobertura pôde ser verificada por Miranda et al. (2004) avaliando o efeito da fibra da casca de coco em um Neossolo Quartzarênico no cultivo de coqueiro-anão irrigado, a amplitude térmica do solo teve uma redução média de 60% com o uso da fibra de coco na superfície do solo (0,05m de profundidade) com uma redução de 5,3 °C comparado ao solo sem cobertura. A fibra de coco além de atenuar o aquecimento do solo durante o período de radiação solar também contribuiu para a diminuição da perda de calor do solo para a atmosfera no período da noite, funcionando assim como um isolante térmico equilibrando o fluxo de calor no solo, muito importante para as relações solo-planta no desenvolvimento de todos os processos que as envolvem. Estes trabalhos comprovam a eficácia da cobertura vegetal, seja ela qual for sua natureza, na sua contribuição para a diminuição da temperatura do solo

A quantidade e a distribuição da cobertura vegetal também atuam na redução da temperatura. Segundo Gasparin et al. (2005), estudando densidades de cobertura e solo nu, verificaram que quanto maior a densidade de cobertura vegetal, menor será a amplitude de variação da temperatura do solo. O manejo com palha seca de aveia preta de 4 Mg ha⁻¹ atingiu temperatura máxima de 31°C e amplitude térmica reduzida em torno de 10°C comparado ao solo sem cobertura, com temperaturas superiores a 40°C e amplitude de 20°C.

Knies (2010) estudando o efeito de diferentes quantidades de resíduo vegetal de aveia preta na variação da temperatura do solo, observou que as quantidades de 3 e 6 Mg ha⁻¹ de resíduos vegetais foram responsáveis pela redução da temperatura máxima do solo em até 7,5°C e amplitude térmica em até 6,27°C durante um período de avaliação de 48 horas comparado ao manejo do solo descoberto.

Efeito dos sistemas de preparo do solo na temperatura

Os sistemas de manejo alteram a estrutura do solo, modificando os atributos da camada superficial, diminuindo sua porosidade e conseqüentemente sua umidade. (Primavesi, 1987; Carneiro et al., 2013).

Veiga et al. (2010) constataram em seu estudo com sistemas de manejo e fontes de nutrientes na cultura do milho que a temperatura e umidade do solo na camada superficial variou significativamente entre os sistemas de manejo utilizados no início do ciclo vegetativo e na maturação fisiológica do milho. O sistema de manejo plantio direto, apresentou menor variação na temperatura e umidade do solo na camada superficial no decorrer do ciclo da cultura do que os sistemas com preparo (escarificação e uma gradagem; arado e duas gradagens; resíduos queimados e com resíduos retirados). Fato que se refere à intensidade de mobilização e da quantidade de cobertura do solo após a aplicação dos tratamentos com preparo.

Silva et al. (2006) estudando o ciclo do feijoeiro, verificaram que a ocorrência da redução da temperatura máxima e amplitude térmica no solo ocorreu quando este foi manejado apenas no sistema plantio direto sem o uso seguido de aração e escarificação. Observaram também, que o plantio direto proporcionou ao solo níveis mais baixos e constantes de temperaturas que os demais sistemas com preparo do solo.

O mesmo foi constatado por Furlani et al. (2008) em que o sistema plantio direto apresentou temperatura inferior ao preparo convencional, em profundidades do solo menores, devido a melhor quantidade de distribuição da cobertura vegetal. Já a preparação com escarificação intermediou nos valores de amplitude térmica entre os sistemas de plantio direto e convencional, teve posição semelhante ao sistema de plantio direto e inferior à amplitude do sistema de preparo convencional. Além disso, a temperatura do solo não foi influenciada por nenhum dos sistemas de preparo estudados quando as plantas atingiram os 30 dias após o plantio, fase de pleno crescimento vegetativo.

Deste modo, pode-se observar que o nível de amplitude térmica nos sistemas de preparo convencionais pode ser equivalente aos preparos conservacionistas em estádios mais desenvolvidos das culturas. Isso se dá porque em estádios mais avançados de desenvolvimento, a parte aérea proporciona maior sombreamento ao solo e conseqüentemente maior cobertura de sua superfície, e o efeito da escarificação é temporal sobre solos de textura arenosa, fazendo com que o solo retorne parte de sua condição anterior (Cortez et al., 2015). Corroborando com Silva et al. (2006) no estágio onde as plantas sombreiam completamente o

solo, as diferenças de temperatura entre os diferentes sistemas de preparo do solo testados são inexistentes.

O manejo da temperatura no solo pode ter efeito também na supressão de plantas daninhas. Coelho et al. (2013) em seu estudo com coberturas do solo sobre a amplitude térmica na produtividade do pimentão, o uso do filme de polietileno como cobertura elevou a amplitude térmica, cuja média e máxima diária variaram em torno de 28 e 35 °C, tendo efeito negativo na produção do pimentão, porém benéfico na eliminação das plantas daninhas, proporcionando neste caso maior produtividade do que o manejo com plantio direto sem capina de plantas daninhas. Fato que se mostra interessante a utilização de estratégias como o mulching, apenas em condições ambientais de temperaturas mais amenas ou então o uso de cultivares adaptadas à temperaturas mais elevadas no solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura do solo é influenciada pelos sistemas de manejo do solo e pelo volume de palha na superfície oriunda dos cultivos agrícolas.

Os cultivos agrícolas dependem de temperaturas ótimas no solo para a manutenção de todos os seus processos, sejam eles físicos químicos e biológicos, indispensáveis ao seu desenvolvimento.

Os sistemas de preparo do solo alteram a estrutura do solo, expondo sua superfície à maior radiação que por consequência elevam seu aquecimento, o que influi diretamente nas relações solo-planta.

A cobertura do solo vem como uma alternativa para atenuar estes efeitos, protegendo a camada superficial e proporcionando assim melhores condições de temperatura para o desenvolvimento dos cultivos.

Diante da dificuldade de controle e previsão dos efeitos da temperatura do solo sobre as plantas, a carência de informações nesta área ainda é grande. Deste modo, são necessários mais estudos para o entendimento desta dinâmica a qual é fundamental para o desenvolvimento dos cultivos agrícolas.

REFERÊNCIAS

BARZOTTO, F.; FACCO, L.; MATTIONI, N.; FARIAS, J. G; SEGALIN, S. **Resposta de cultivares de soja à germinação sob temperaturas sub ótimas**. Trabalho de Pesquisa,

departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Santa Maria. 2012. Disponível em: <http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/Trabalhos/5625.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017.

BRISTOW, K. L. The role of mulch and its architecture in modifying soil temperature. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.26, p.269-280, 1998.

CARNEIRO, R.G. **Perfil da temperatura do solo nos biomas florestais da Amazônia e Mata Atlântica com aplicação da transformada em ondasletas**. 2014. 81p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

CARNEIRO, R.G.; MOURA, M.A.L.; SILVA, V.P.R.; SILVA JÚNIOR, R.S.; ANDRADE, A.M.D.; SANTOS, A.B. Estudo da temperatura do solo em dois biomas florestais nos períodos, chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.6, p.1009-1022, 2013.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S.; GRANGEIRO, L.C.; OLIVEIRA, J.B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.369-378, 2013.

CONCEIÇÃO, M. J. et al. Temperatura, umidade do solo e emergência de milho em diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2000. Ilhéus. **Anais**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

CONCEIÇÃO, M.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Redução da temperatura do solo por sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n.51, p.10-12, 1999.

CORTEZ, J.W.; NAGAHAMA, H. DE J.; OLSZEWSKI, N.; FILHO, A P. P.; SOUZA, E. B. DE. Umidade e temperatura de argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.699-710, 2015.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A., LEVIEN, R.; SILVA, R. P. D.; 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**, n.32, p.375-380, 2008.

GARDNER, C. M.K. Soil physical constraints to plant growth and crop production. Rome: Land, and water development division, Food and agriculture organization of the united nations, 1999. 106p. Disponível em: http://plantstress.com/Files/Soil_Physical_Constraints.pdf. Acesso em: 5 jul. 2017.

HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. San Diego, Academic Press, 1998. 771p.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A.S.F. **Ecologia microbiana do solo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 23p. (Embrapa Meio Norte. Documentos, 164). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/69637/1/Doc164.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, 1986.

MIRANDA, F. R. D.; OLIVEIRA, F. N. S.; ROSA, M. D. F.; LIMA, R. N. D. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.2, p.335-339, 2004.

NETO, J. A. M.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. D. S.; SOUZA, E. S. D.; SOARES, W. D. A.; ALVES, E. M.; ALMEIDA, C. A. B. D.; NETO, J. A. D. S. Caracterização térmica de solos no agreste meridional do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.08, n.1, p.167-178, 2015.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, Editora Nobel, 1987. 549p.

SALTON, J.C. **Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade do solo**. 1991. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

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 de Ciência do Solo**, v.30, p.391-399, 2006.

ZWIRTES, A. L. **Medição e simulação da temperatura e conteúdo de água em argissolo sob resíduos de aveia**. 2017. 123p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

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

KLAMT, E. **Unidades instrucionais em morfologia, gênese e classificação de solos**. MEC/ SESu/ UFRGS. Porto Alegre/ Brasília, 1983.

VEIGA, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Tillage systems and nutrient sources affecting soil cover, temperature and moisture in a clayey oxisol under corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.2011-2020, 2010.