

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DO SOLO A PARTIR DA TEMPERATURA DO AR EM REGIÕES PRODUTORAS DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Silvio Steinmetz¹, Jaime R.T. Maluf², Ronaldo Matzenauer³, Jean S.A. Ferreira⁴, Moisés J. Pinheiro⁴

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate the soil temperature, at the depth of 5cm, as a function of the air temperature, for each 10 day-periods of September, October and November, in eleven irrigated rice producing places of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Linear regression equations were established between the 10 day-period averages for the years in which the two variables were available in the data set from 1960 to 1990. The results indicated that it is possible to estimate the soil temperature as a function of the air temperature and that the accuracy of the estimates varies according to the 10 day-periods and localities.

INTRODUÇÃO

As baixas temperaturas do solo no início do período de semeadura (final de setembro e início de outubro) podem retardar a emergência das plântulas de arroz em mais de 20 dias, especialmente nas cultivares mais sensíveis (Terres, 1991). O Rio Grande do Sul apresenta diferenças regionais acentuadas quanto ao decêndio em que a temperatura do solo, a 5cm de profundidade, é maior ou igual a 20°C, indicando que a semeadura pode ser iniciada (Steinmetz et al., 2001).

Em geral, a temperatura do solo é uma variável pouco utilizada pois é medida somente nas estações agrometeorológicas. Por outro lado, a temperatura do ar é mais amplamente empregada por ser uma medida básica em estações meteorológicas. Muitos produtores de arroz têm manifestado interesse em saber qual a temperatura do ar que corresponde a temperatura do solo de 20°C, usada como referência para iniciar a semeadura.

Em função do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estimar a temperatura do solo, a 5 cm de profundidade, em função da temperatura do ar, nos decêndios de setembro a novembro, em onze localidades produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Das 30 estações agrometeorológicas utilizadas por Steinmetz et al. (2001), foram selecionadas 11, situadas na metade sul do Rio Grande do Sul, considerada a principal região produtora de arroz do estado e que dispunham, também, da temperatura do ar. Dez das estações pertencem à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e a outra ao convênio Embrapa/UFPel/Inmet. As coordenadas geográficas das estações da Fepagro são aquelas descritas por Maluf et al. (2000) e a do convênio Embrapa/UFPel/Inmet são as seguintes: Latitude S: 31°52'00"; Longitude W: 52°21'24"; Altitude: 13m. Usaram-se os dados dos anos que dispunham das

temperaturas do solo e do ar, no período de 1960 a 1990.

Os dados de temperatura de solo desnudo, a 5cm de profundidade, foram obtidos de geotermômetros cujas leituras foram feitas às 9, 15 e 21 horas (Hora Legal Brasileira). Usaram-se dados diários oriundos da média aritmética das três leituras. Foram calculadas as médias, por decêndio, para os meses de setembro, outubro e novembro, considerados os mais importantes para a semeadura do arroz.

A temperatura média diária do ar, medida em abrigo meteorológico padrão, foi obtida somando-se a temperatura máxima com a mínima e dividindo-se por dois. Foram calculadas, também, as médias por decêndio para os três meses em questão. A equações lineares de regressão entre as médias decendiais das temperaturas do ar e do solo foram calculadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 exemplifica a relação entre as temperaturas do solo e do ar, no segundo decêndio de setembro, para a localidade de São Borja. Os dados indicam que há uma boa relação (R^2 de 0,767) entre essas variáveis e que a temperatura do solo de 20°C corresponde a temperatura do ar de 19,5°C.

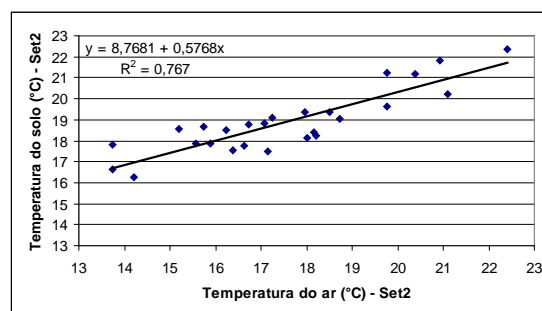


Figura 1. Relação entre a temperatura do solo e do ar, no 2º decêndio de setembro, na localidade de São Borja, RS.

As equações lineares de regressão geradas para todos os decêndios, de todas as localidades, estão caracterizadas na Tabela 1. Verifica-se que há diferenças acentuadas nos coeficientes das equações de regressão bem como nos coeficientes de determinação (R^2). As variações nos pontos de interseção e nas inclinações das retas que expressam a relação entre as duas variáveis devem estar associadas às características próprias de cada estação agrometeorológica tais como a sua localização no terreno, as coordenadas geográficas e o tipo de solo do local. A temperatura do solo é muito influenciada pela radiação solar e pela condução de calor no solo (Alfonsi & Sentelhas, 1996). Essas características

¹Eng. Agr., Dr. Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, Cx.P. 403, CEP 96100-970 Pelotas, RS, E-mail: silvio@cpact.embrapa.br

²Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

³Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, RS. Bolsista do CNPq.

⁴Estagiários do Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado.

diferenciadas das estações também devem ter influenciado o grau de dispersão dos pontos dessa relação, caracterizado pelos valores de R^2 .

Tabela 1. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) entre a temperatura do solo e do ar, nos decêndios de setembro, outubro e novembro, em onze localidades do Rio Grande do Sul.

Localidade	Setembro		
	1	2	3
Alegrete	$y = 5.949 + 0.780x$ ($R^2 = 0.658$)	$y = 8.868 + 0.581x$ ($R^2 = 0.788$)	$y = 8.576 + 0.652x$ ($R^2 = 0.618$)
Cachoeirinha	$y = 7.221 + 2.307x$ ($R^2 = 0.573$)	$y = 5.314 + 0.753x$ ($R^2 = 0.904$)	$y = 6.667 + 0.692x$ ($R^2 = 0.614$)
Eldorad. do Sul	$y = 4.522 + 0.804x$ ($R^2 = 0.811$)	$y = 5.508 + 0.724x$ ($R^2 = 0.900$)	$y = 6.327 + 0.728x$ ($R^2 = 0.781$)
Encruz. do Sul	$y = 7.398 + 0.547x$ ($R^2 = 0.638$)	$y = 5.682 + 0.704x$ ($R^2 = 0.809$)	$y = 6.186 + 0.710x$ ($R^2 = 0.772$)
Osório	$y = 8.652 + 0.547x$ ($R^2 = 0.580$)	$y = 8.240 + 0.595x$ ($R^2 = 0.704$)	$y = 7.916 + 0.661x$ ($R^2 = 0.636$)
Pelotas	$y = 6.350 + 0.695x$ ($R^2 = 0.787$)	$y = 8.609 + 0.555x$ ($R^2 = 0.697$)	$y = 3.482 + 0.929x$ ($R^2 = 0.641$)
Quaraí	$y = 7.824 + 0.634x$ ($R^2 = 0.692$)	$y = 8.554 + 0.599x$ ($R^2 = 0.655$)	$y = 6.974 + 0.750x$ ($R^2 = 0.541$)
Rio Grande	$y = 8.482 + 0.552x$ ($R^2 = 0.385$)	$y = 10.036 + 0.476x$ ($R^2 = 0.288$)	$y = 10.461 + 0.526x$ ($R^2 = 0.318$)
Santa Maria	$y = 11.527 + 0.462x$ ($R^2 = 0.161$)	$y = 9.665 + 0.593x$ ($R^2 = 0.287$)	$y = 13.416 + 0.429x$ ($R^2 = 0.141$)
Santana do Liv.	$y = 7.472 + 0.587x$ ($R^2 = 0.458$)	$y = 5.673 + 0.715x$ ($R^2 = 0.866$)	$y = 10.759 + 0.479x$ ($R^2 = 0.401$)
São Borja	$y = 7.843 + 0.607x$ ($R^2 = 0.807$)	$y = 8.768 + 0.576x$ ($R^2 = 0.766$)	$y = 8.537 + 0.649x$ ($R^2 = 0.660$)
Localidade	Outubro		
	1	2	3
Alegrete	$y = 8.700 + 0.673x$ ($R^2 = 0.385$)	$y = 18.48 + 0.218x$ ($R^2 = 0.2162$)	$y = 8.294 + 0.758x$ ($R^2 = 0.582$)
Cachoeirinha	$y = 8.088 + 0.639x$ ($R^2 = 0.782$)	$y = 15.716 + 0.263x$ ($R^2 = 0.140$)	$y = 10.106 + 0.587x$ ($R^2 = 0.501$)
Eldorad. do Sul	$y = 7.389 + 0.722x$ ($R^2 = 0.725$)	$y = 5.420 + 0.871x$ ($R^2 = 0.558$)	$y = 2.849 + 1.011x$ ($R^2 = 0.573$)
Encruz. do Sul	$y = 10.272 + 0.515x$ ($R^2 = 0.645$)	$y = 9.604 + 0.592x$ ($R^2 = 0.422$)	$y = 5.502 + 0.860x$ ($R^2 = 0.530$)
Osório	$y = 8.542 + 0.661x$ ($R^2 = 0.768$)	$y = 5.953 + 0.832x$ ($R^2 = 0.746$)	$y = 4.004 + 0.939x$ ($R^2 = 0.684$)
Pelotas	$y = 5.550 + 0.824x$ ($R^2 = 0.726$)	$y = 10.828 + 0.562x$ ($R^2 = 0.437$)	$y = 6.523 + 0.835x$ ($R^2 = 0.540$)
Quaraí	$y = 15.793 + 0.291x$ ($R^2 = 0.172$)	$y = 18.281 + 0.219x$ ($R^2 = 0.079$)	$y = 10.113 + 0.675x$ ($R^2 = 0.432$)
Rio Grande	$y = 16.063 + 0.253x$ ($R^2 = 0.130$)	$y = 15.775 + 0.311x$ ($R^2 = 0.071$)	$y = 9.305 + 0.716x$ ($R^2 = 0.365$)
Santa Maria	$y = 11.748 + 0.575x$ ($R^2 = 0.255$)	$y = 8.634 + 0.748x$ ($R^2 = 0.311$)	$y = 5.920 + 0.904x$ ($R^2 = 0.302$)
Santana do Liv.	$y = 11.027 + 0.477x$ ($R^2 = 0.376$)	$y = 14.950 + 0.341x$ ($R^2 = 0.058$)	$y = 14.518 + 0.368x$ ($R^2 = 0.213$)
São Borja	$y = 14.565 + 0.380x$ ($R^2 = 0.406$)	$y = 15.562 + 0.367x$ ($R^2 = 0.455$)	$y = 11.363 + 0.599x$ ($R^2 = 0.509$)
Localidade	Novembro		
	1	2	3
Alegrete	$y = 10.549 + 0.673x$ ($R^2 = 0.505$)	$y = 7.447 + 0.891x$ ($R^2 = 0.772$)	$y = 6.163 + 0.942x$ ($R^2 = 0.528$)
Cachoeirinha	$y = 14.740 + 0.378x$ ($R^2 = 0.187$)	$y = 9.385 + 0.662x$ ($R^2 = 0.586$)	$y = 16.883 + 0.349x$ ($R^2 = 0.133$)
Eldorad. do Sul	$y = 2.753 + 1.032x$ ($R^2 = 0.555$)	$y = 7.369 + 0.852x$ ($R^2 = 0.626$)	$y = 2.460 + 1.091x$ ($R^2 = 0.480$)
Encruz. do Sul	$y = 8.414 + 0.716x$ ($R^2 = 0.442$)	$y = 3.928 + 1.011x$ ($R^2 = 0.794$)	$y = 8.900 + 0.762x$ ($R^2 = 0.412$)
Osório	$y = 15.626 + 0.377x$ ($R^2 = 0.234$)	$y = 9.465 + 0.715x$ ($R^2 = 0.288$)	$y = 12.922 + 0.566x$ ($R^2 = 0.293$)
Pelotas	$y = 9.563 + 0.692x$ ($R^2 = 0.403$)	$y = 7.125 + 0.868x$ ($R^2 = 0.573$)	$y = 14.143 + 0.551x$ ($R^2 = 0.182$)
Quaraí	$y = 10.610 + 0.655x$ ($R^2 = 0.334$)	$y = 14.115 + 0.546x$ ($R^2 = 0.374$)	$y = 10.900 + 0.712x$ ($R^2 = 0.382$)
Rio Grande	$y = 7.538 + 0.822x$ ($R^2 = 0.438$)	$y = 14.794 + 0.510x$ ($R^2 = 0.375$)	$y = 12.695 + 0.657x$ ($R^2 = 0.218$)
Santa Maria	$y = 4.836 + 0.986x$ ($R^2 = 0.494$)	$y = 5.153 + 0.994x$ ($R^2 = 0.593$)	$y = 1.039 + 1.166x$ ($R^2 = 0.423$)
Santana do Liv.	$y = 16.402 + 0.329x$ ($R^2 = 0.122$)	$y = 17.065 + 0.364x$ ($R^2 = 0.068$)	$y = 19.760 + 0.249x$ ($R^2 = 0.046$)
São Borja	$y = 17.702 + 0.321x$ ($R^2 = 0.083$)	$y = 12.141 + 0.614x$ ($R^2 = 0.486$)	$y = 3.211 + 1.023x$ ($R^2 = 0.376$)

Os dados da tabela 1 indicam que os coeficientes de determinação, de todas as localidades, são mais altos nos decêndios de setembro ($R^2=0,616$) do que de outubro ($R^2=0,427$) e de novembro ($R^2=0,388$). Há, também, diferenças acentuadas entre as localidades. Em setembro, por exemplo, os valores de R^2 de Eldorado do Sul (0,811, 0,90 e 0,781) são bem superiores aos de Santa Maria (0,161, 0,287 e 0,141). Os valores mais altos de R^2 obtidos por Alfonsi & Sentelhas (1996) devem-se, provavelmente, ao fato de ter sido usada apenas uma localidade do Estado do São Paulo e períodos mensal e anual de temperatura do ar e do solo, sendo esta última, a diferentes profundidades.

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que é possível estimar-se a temperatura do solo, a 5cm de profundidade, em função da temperatura do ar e que a precisão das estimativas é variável de acordo com os decêndios e com as localidades.

REFERÊNCIAS

- Alfonsi, R.R., Sentelhas, P.C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 57-61. 1996.
- Maluf, J.R.T., Matzenauer, R., Caiaffo, M.R. Análise e representação espacial da temperatura de solo desnudo, visando a antecipação da semeadura de culturas de primavera-verão, no Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 239-249, 2000.
- Steinmetz, S., Maluf, J.R.T., Matzenauer, R., Amaral, A.G., Ferreira, J.S.A. Temperatura do solo: fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 56).
- Terres, A.L. Melhoramento de arroz irrigado por tolerância ao frio no Rio Grande do Sul, Brasil. In: REUNIÓN SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EN EL CONO SUR. 1989, Goiânia. Mejoramiento de arroz. Montevideo: IICA, 1991. p. 91-103. (IICA. Dialogo, 33).