

DESEMPENHO DE EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA MEDIR A TEMPERATURA DO AR

Silvio Steinmetz¹, Carlos Reisser Júnior¹, André V. da Costa²; Eduardo da S.Goulart²; Alexandre N. Deibler²

ABSTRACT - The occurrence of low air temperatures during the reproductive stage is one the most important problems of the irrigated rice in the State of Rio Grande do Sul. The availability of equipments of low cost and easy to handle can stimulate the rice growers to measure this variable in the farm. It was evaluated the performance of a digital thermometer and of a mini-shelter to measure maximum and minimum air temperatures compared to the standard way of measuring them. The results indicated that the equipments tested can measure these two variables with a reasonably good accuracy by using the correction factors indicated by the regression equations, and at low cost since they represented only 7% of the price of the standard thermometers used in the conventional meteorological stations.

INTRODUÇÃO

Muitos produtores de arroz irrigado no Rio Grande do Sul têm manifestado interesse em monitorar, nas suas propriedades, as condições meteorológicas e, em especial, a temperatura do ar. A justificativa é que a ocorrência de baixas temperaturas ($\leq 15^{\circ}\text{C}$) durante as fases críticas da planta pode causar decréscimos acentuadas na produtividade (Terres & Galli, 1985). Outro uso desses dados é o cálculo de Graus-Dia a partir da temperatura média do ar (Steinmetz et al., 2004).

O custo, a correta instalação e o manuseio adequado dos termômetros usados nas estações meteorológicas estão entre as principais dificuldades apontadas, especialmente pelos pequenos produtores. Portanto, há necessidade de equipamentos mais simples e de baixo custo para estimulá-los a fazer esse monitoramento. Silva & Moraes (2002) desenvolveram um sistema automatizado de baixo custo para aquisição de dados de temperatura do ar, que mostrou-se viável. Em função do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de equipamentos de baixo custo para medir as temperaturas máxima e mínima do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento testado foi um "Termômetro Digital para temperatura interna e externa" (TD), produzido pela TFA (Alemanha) e importado pela INCOTERM – Indústria de Termômetros Ltda., cuja referência é 7427.02.0.00.

A resolução das medidas, tanto interna quanto externamente, é $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ e a precisão de $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

O equipamento utilizado como protetor do sensor externo de temperatura foi um "Terminal de Ventilação", de 50mm de diâmetro, marca Tigre, usado na construção civil, doravante denominado "Mini-abrigo" (MA). Embora o plástico seja de cor branca, decidiu-se utilizar uma proteção em "Papel alumínio adesivo", na parte superior e no entorno da parte inferior, para minimizar o seu aquecimento pela incidência da radiação solar. As haletas na parte

superior e a abertura na parte inferior favorecem a ventilação do mesmo.

Os equipamentos utilizados para avaliar o desempenho dos anteriormente citados foram: Termômetros de máxima e mínima padrões usados nas estações meteorológicas; Abrigo meteorológico padrão (AM); Abrigo meteorológico da CAMPBELL (AMC) para o sensor de temperatura, modelo 41301 (UT6P); Termopar de Cobre-Constantan da CAMPBELL, modelo 105-T; Sistema eletrônico de Aquisição de dados, de dois canais, marca ESPEC, modelo RT-10, cujos sensores de temperatura são termístores.

No interior do abrigo meteorológico padrão foram instalados os termômetros de máxima e mínima, um dos sensores do ESPEC e o INCOTERM (temperatura interna), colocados próximos aos termômetros de máxima e mínima. O segundo sensor do ESPEC e o sensor externo do INCOTERM foram colocados no interior do mini-abrigo a 1,5m do solo, instalado no centro de uma área vegetada (vegetação nativa rasteira). O suporte para o mini-abrigo foi feito com uma barra rosqueada de 30cm de comprimento, em ferro galvanizado de 5mm de espessura, além de porcas e arruelas. Esse suporte foi preso numa estaca de madeira de 5cm x 5cm, devidamente afixada ao solo. O abrigo meteorológico da CAMPBELL também foi instalado a 1,5m de altura, ao lado de um experimento com arroz irrigado.



Figura 1. Foto mostrando os principais equipamentos utilizados.

Os dados médios horários do termopar da CAMPBELL foram registrados através do Sistema Eletrônico de Aquisição de Dados (datalogger), modelo 21X da CAMPBELL. No ESPEC também foram registradas as temperaturas médias horárias. As temperaturas máximas e mínimas nos termômetros padrões foram registradas manualmente. Os dados foram coletados na Estação de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no período 5/10/2004 a 28/02/2005.

Os custos dos equipamentos testados foram: INCOTERM: R\$ 59,40 (US\$ 22,00); Mini-abrigo com

¹ Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Laboratório de Agrometeorologia, BR 392 Km 78, C.P. 403, 96100-970 Pelotas, RS, E-mail: silvio@c pact.embrapa.br

² Estagiários, Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado.

suporte de ferro: R\$ 5,35 (US\$ 1.98); Termômetros de máxima e de mínima padrão: R\$ 956,00 (US\$ 354.07).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre a temperatura máxima (T_{máx.}) medida pelo termômetro padrão e pelo INCOTERM, no mini-abrigo, encontra-se na figura 2A, sendo o coeficiente de determinação (R^2) de 0,945. Para a temperatura mínima (T_{mín.}) (Fig.2B) o R^2 foi de 0,902. Os dados mostram que o INCOTERM superestima, tanto a T_{máx.} como a T_{mín.} As diferenças, nos dois casos, são mais acentuadas para as temperaturas mais altas, pois o desvio da linha 1:1 é maior. As médias de todo o período de medidas mostraram que o INCOTERM no mini-abrigo superestimou a T_{máx.} em 1,17°C e a T_{mín.} em 1,02°C.

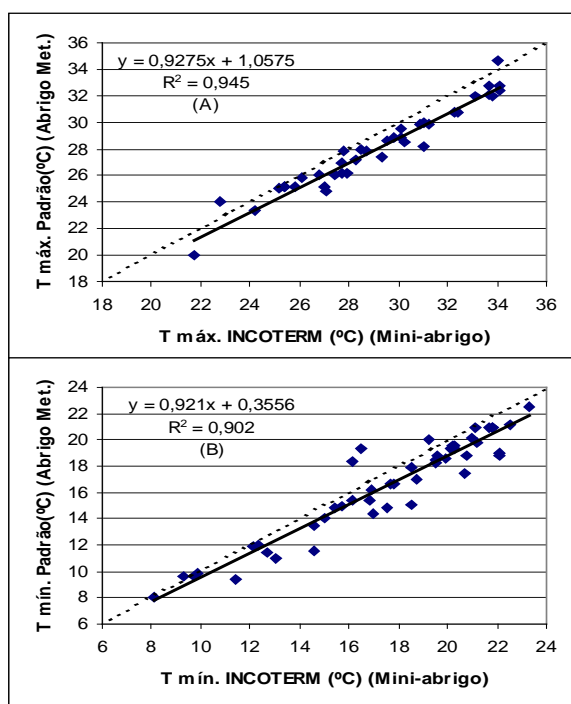


Figura 2. Equação de regressão para a temperatura máxima obtida pelo termômetro padrão no abrigo meteorológico e pelo INCOTERM no mini-abrigo (A) e para a temperatura mínima (B), nas mesmas condições.

As equações de regressão obtidas para as distintas comparações foram as seguintes:

$$\begin{aligned}
 y &= 0,976x + 1,970 & (R^2 &= 0,976) & (1) \\
 y &= 1,033x + 0,093 & (R^2 &= 0,974) & (2) \\
 y &= 0,971x + 0,233 & (R^2 &= 0,970) & (3) \\
 y &= 0,966x + 0,356 & (R^2 &= 0,973) & (4) \\
 y &= 0,982x + 0,082 & (R^2 &= 0,985) & (5) \\
 y &= 0,862x + 1,475 & (R^2 &= 0,920) & (6) \\
 y &= 0,996x + 0,107 & (R^2 &= 0,983) & (7) \\
 y &= 0,868x + 2,132 & (R^2 &= 0,889) & (8)
 \end{aligned}$$

em que:

- (1) é a relação entre a T_{máx.} Padrão (AM) e a T_{máx.} INCOTERM (AM);
- (2) é a relação entre a T_{mín.} Padrão (AM) e a T_{mín.} INCOTERM (AM);
- (3) é a relação entre a T_{máx.}1h. ESPEC (AM) e a T_{máx.}1h. CAMPBELL (AMC);
- (4) é a relação entre a T_{mín.}1h. ESPEC (AM) e a T_{mín.}1h. CAMPBELL (AMC);

(5) é a relação entre a T_{média}24h ESPEC (AM) e a T_{média}24h CAMPBELL (AMC);

(6) é a relação entre a T_{máx.}1h. ESPEC (MA) e a T_{máx.}1h. CAMPBELL (AMC);

(7) é a relação entre a T_{mín.}1h. ESPEC (MA) e a T_{mín.}1h. CAMPBELL (AMC);

(8) é a relação entre a T_{média}24h ESPEC (MA) e a T_{média}24h CAMPBELL (AMC);

As equações 1 e 2 indicam o desempenho do INCOTERM dentro do abrigo meteorológico. Em termos médios, ele subestimou a T_{máx.} em 1,33°C e superestimou a T_{mín.} em 0,34°C.

As equações 6, 7 e 8 indicam o desempenho do mini-abrigo comparado com o abrigo meteorológico da CAMPBELL. Em geral, a concordância é muito boa entre eles, atingindo um valor de R^2 de 0,983 para os valores médios da temperatura mínima no período de uma hora (equação 7).

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

1. O termômetro digital INCOTERM, juntamente com mini-abrigo meteorológico, podem ser usados na obtenção das temperaturas máximas e mínimas do ar, com um grau aceitável de precisão, se usados os fatores de correção gerados pelas equações de regressão;
2. Há uma economia considerável na aquisição desses equipamentos, pois eles custam apenas 7% do valor dos termômetros padrões usados nas estações meteorológicas convencionais.

REFERÊNCIAS

- Silva, K.O., Moraes, S.O. Desenvolvimento de um sistema automatizado de baixo custo para aquisição de dados de temperatura do ar. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 189-195, 2002.
- Steinmetz, S., Infeld, J.A., Assis, F.N. de, Wrege, M.S., Ferreira, J.S.A. Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 36p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).
- Terres, A.L., Galli, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). Fundamentos para a cultura do arroz irrigado. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.83-94.