

Comparação entre métodos indicativos do momento de irrigar a cultura do milho em Ponta

Grossa –PR, safra 2006/2007

M.R., Romano<sup>1</sup>; N., Verburg<sup>2</sup>; J.M., Andrade<sup>2</sup>; G.S., Lima<sup>2</sup>

**RESUMO:** A região dos Campos Gerais do Paraná reúne condições edafoclimáticas ideais para a cultura do milho. No entanto, nos últimos anos, tem se verificado com maior frequência a ocorrência de veranicos, trazendo queda de rendimentos tanto para as culturas de inverno, quanto para as de verão. O objetivo do trabalho foi comparar os métodos do balanço hídrico do solo, potencial crítico e da umidade crítica para se verificar a necessidade de irrigação suplementar para a cultura do milho na safra de verão 2006/2007, em Ponta Grossa-PR. O solo do experimento é do tipo Cambissolo argiloso apresentando uma disponibilidade total de água (DTA) de 1,7 mm/cm. O milho foi cultivado no sistema plantio direto e as avaliações foram realizadas durante a fase crítica do milho ao déficit hídrico. Dentre os métodos avaliados, o do balanço hídrico não indicou necessidade de irrigação enquanto que o da umidade crítica acusou restrição hídrica por três dias na fase crítica. Para o método do potencial crítico, apesar da indicação de se promover a irrigação, este é fortemente influenciado pela definição do valor do potencial crítico. Os resultados sugerem estudos de complementação hídrica através da irrigação, a fim de se confirmar tais tendências.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo de Irrigação, TDR, Tensiômetro

**SUMMARY:** The general yields of Parana meets conditions ideal for the cultivation of maize. However, in recent years, has been more often the occurrence of draught periods, bringing drop for winter and summer crops season. The objective was to compare the methods of soil water balance, critical moisture and potential to verify the need for supplementary irrigation for the cultivation of maize in the 2006/2007 summer season, in Ponta Grossa-PR. The soil of the experiment is the type Cambisol clay and water total availability (DTA) of 1,7 mm / cm. The corn was grown in the no tillage system and the assessments were made during the maize critical phase to water deficit. Among the methods evaluated, the water balance did not indicate the need for irrigation, while that of critical moisture accused water restriction for three days in critical stage. For the critical potential method, despite the indication to promote

---

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Depto de Solos e Engenharia Agrícola, UEPG, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, CEP: 84030-900, Ponta Grossa, PR. Tel (42) 3220-3090. E-mail: [mromano@uepg.br](mailto:mromano@uepg.br)

<sup>2</sup> Graduandos em Agronomia da UEPG, Ponta Grossa, PR.

irrigation, this is strongly influenced by the definition of the value of the potential critical. The results suggest studies of water through irrigation, in order to confirm these trends.

**KEYWORDS:** Irrigation Scheduling, TDR, Tensiometer

## INTRODUÇÃO

O milho tem sido uma cultura de retorno econômico relativamente baixo, mas constitui-se na principal gramínea para rotação com culturas mais rentáveis que utilizam irrigação e, quando aliada a tecnologias que proporcionam altas produtividades, pode-se tornar economicamente viável em condições irrigadas. Conseqüentemente, a decisão quanto ao uso dessa tecnologia implica conhecer as características ambientais dominantes do período em que a cultura estiver sendo conduzida no campo (SANZ, 2002).

De acordo com SANS (2002), mesmo que as culturas se desenvolvam durante o período de chuvas, essas apresentam risco de perdas, devido principalmente ao veranico, cuja ocorrência não tem uma época definida, mas há um período do ano em que há maior possibilidade de acontecer, inclusive mais de uma vez.

O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma planta de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm (ALDRICH et al., 1982). Dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. O efeito da falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios do desenvolvimento da planta: a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, nesta fase, a presença da água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico; c) enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, desde que o estresse vai resultar na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos (MAGALHÃES et al., 1995).

Quando o déficit hídrico ocorre durante o período crítico da cultura, a produtividade de grãos é afetada, reduzindo, principalmente, o número de grãos por espiga. Nessas condições, o uso da irrigação torna-se fundamental, pois é no período crítico que ocorrem os maiores efeitos do déficit hídrico e também a maior eficiência do uso da irrigação, tanto na produção de matéria seca quanto na produtividade de grãos (BERGONCI et al., 2001).

As principais estratégias de manejo de irrigação são baseadas em série histórica de dados climáticos, em dados reais coletados à medida que o ciclo da cultura avança ou na utilização de equipamentos. Normalmente, as alternativas mais usadas são baseadas em dois princípios: a) monitoramento do solo e/ou da planta, que consiste em medir o potencial de água ou o teor de umidade do solo, o potencial de água ou temperatura do dossel de folha; b) balanço diário de água no solo, feito com base na capacidade do solo de armazenar água, da profundidade do sistema radicular, do nível de esgotamento permissível, da evapotranspiração e das características da cultura (MARTIN et al., 1992).

Segundo SILVA & MOROUELLI (1996), em geral, não tem havido grandes diferenças na utilização desses métodos, ficando a escolha dependente das facilidades de se conseguirem os parâmetros necessários na utilização de cada um.

O objetivo do trabalho foi comparar os métodos do balanço hídrico do solo, potencial crítico e da umidade crítica para se verificar a necessidade de irrigação suplementar para a cultura do milho na safra de verão 2006/2007, em Ponta Grossa-PR.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR, latitude 25°13'S e altitude de 880m. O clima segundo o sistema Koppen é do tipo Cfb, caracterizado por verões frescos e sem estação seca definida. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Argiloso e apresenta as seguintes características físico-hídricas: densidade do solo =  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ , capacidade de campo = 40% em volume, ponto de murchamento = 22,6% em volume e disponibilidade total de água =  $1,74 \text{ mm cm}^{-1}$ .

A cultura alvo do estudo foi o milho, implantada e conduzida mediante sistema de plantio direto. A variedade crioula Nutricional foi semeada em 05/09/2006 e a população de plantas adotada foi de 55.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

Os tratamentos constaram de três métodos indicativos do momento de irrigar, o balanço hídrico diário do solo (BHD), o potencial crítico da água no solo (PC) e umidade crítica do solo (UC). As avaliações foram realizadas no período crítico do milho, entre o pendoamento (14/12) e a antese (31/12).

O BHD foi calculado de acordo com BERNARDO et al. (2006). Os dados climáticos foram provenientes de estação meteorológica automática instalada próxima a área do experimento. A evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>) foi estimada pelo método de Penman-Monteith e a precipitação foi considerada a total diária coletada pelo pluviômetro da estação. O coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) adotado foi de 1,1 de acordo com a recomendação de ALLEN et

al. (1998). A profundidade efetiva do sistema radicular ( $Z_e$ ) considerada foi de 0,4 m (RESENDE et al., 2002). O nível de esgotamento do solo ( $N_e$ ) foi de 0,64 (Resende et al., 2002). A capacidade real de água (CRA) no solo foi calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$CRA = DTA \times Z_e \times N_e \quad (1)$$

Em que:

CRA = capacidade real de água, mm; DTA = disponibilidade total de água, mm/cm;  $Z_e$  = Profundidade efetiva do sistema radicular, cm; e  $N_e$  = nível de esgotamento, adimensional.

Para efeito de decisão de se iniciar a irrigação por esse método considerou-se o esgotamento da água facilmente disponível, CRA final = 0.

Para o método da UC o momento de irrigar foi definido quando o solo apresentasse um valor de umidade menor ou igual ao da umidade crítica, obtida pela seguinte expressão:

$$\theta_{cr} = (\theta_{cc} - DRA) \times 100 \quad (2)$$

Em que:

$\theta_{cr}$  = umidade crítica, % volumétrica;  $\theta_{cc}$  = umidade na capacidade de campo,  $\text{cm cm}^{-1}$ ; e

DRA = disponibilidade real de água,  $\text{cm cm}^{-1}$ ;

Para a realização das leituras de umidade do solo foi utilizado um equipamento de TDR portátil (Campbell Scientific Inc., Hidrosense CS 620, Logan, Utah, USA). A sonda é composto de duas hastes metálicas de 0,005 m de diâmetro separadas entre si por 0,03 m e com 0,20 m de comprimento. Os valores de umidade volumétrica dada pelo equipamento foram corrigidas por equação de ajuste da curva de calibração para o solo da área ( $y = 0,6973x + 12,18$ ,  $r^2 = 0,86$ ). Para cada dia avaliado, a média da umidade do solo e o seu desvio padrão foram calculados a partir da média de três leituras de cada um dos nove pontos representativos da área.

O potencial matricial da água no solo foi obtido através de tensiômetros de punção instalados no centro das entrelinhas das fileiras de milho e a 0,20 m de profundidade (1/2 de  $Z_e$ ) (RESENDE et al., 2002). A média diária do potencial matricial e o seu desvio padrão foram calculados a partir de nove leituras de pontos representativos da área. A tensão da água no solo de 50 kPa foi a considerada para se promover a irrigação durante o período crítico ao déficit de umidade do solo, quando a  $ET_o > 5\text{mm/dia}$  (TAYLOR, 1965).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o BDH apresentado na Tabela 2, verifica-se que, por esse método, não haveria necessidade de se proceder a irrigação durante o período crítico do milho, na safra de

verão 2006/2007. Entre os métodos indicativos, este método pode ser considerado mais conservador já que, considera o armazenamento de água dentro da zona efetiva do sistema radicular, enquanto os demais consideram medidas tomadas a 1/3 ou 1/2 Ze, para decidir o momento de irrigar.

**Tabela 2.** Balanço hídrico diário da água do solo para o período crítico do milho, safra de verão 2006/2007 em Ponta Grossa-PR.

Dia	CRAi mm	ETo mm	Kc	ETc mm	Chuva mm	CRAf mm
13/dez	44,50	5	1,1	5,5	0	39,00
14/dez	39,00	4,7	1,1	5,17	0	33,83
15/dez	33,83	5,6	1,1	6,16	0	27,67
16/dez	27,67	5,9	1,1	6,49	0	21,18
17/dez	21,18	4,9	1,1	5,39	0	15,79
18/dez	15,79	4,8	1,1	5,28	0	10,51
19/dez	10,51	3,9	1,1	4,29	48,4	44,50
20/dez	44,50	4,4	1,1	4,84	0	39,66
21/dez	39,66	4,1	1,1	4,51	0	35,15
22/dez	35,15	5,8	1,1	6,38	0	28,77
23/dez	28,77	3,1	1,1	3,41	7,2	32,56
24/dez	32,56	6	1,1	6,6	0	25,96
25/dez	25,96	3,4	1,1	3,74	16,8	39,02
26/dez	39,02	2,7	1,1	2,97	15	44,50
27/dez	44,50	2,8	1,1	3,08	3,2	44,62
28/dez	44,62	4,8	1,1	5,28	0	39,34
29/dez	39,34	5,9	1,1	6,49	0	32,85
30/dez	32,85	4,9	1,1	5,39	1,4	28,86
31/dez	28,86	4,1	1,1	4,51	15,2	39,55

Os dados de umidade do solo e da tensão da água no solo são apresentados na Tabela 3.

Adotando-se a tensão crítica igual a 50 kPa, o método do PC indicaria necessidade de se irrigar no dia 18/12. A cultura nas condições de sequeiro em que foi cultivada no experimento sofreu por déficit de água pelo menos um dia, de acordo com este método (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 3.** Médias e desvios padrão (SD) da umidade do solo ( $\theta$ , % em volume) e tensão da água no solo ( $\psi_m$ , kPa) de cinco momentos dentro do período crítico do milho ao déficit de umidade do solo, safra de verão 2006/2007, Ponta Grossa-PR.

Dia	$\psi_m$ (kPa)	SD	$\theta$ (%)	SD
14/12	21,7	$\pm 6,5$		
16/12	44,5	$\pm 9,0$	28,5	$\pm 3,4$
18/12	53,4	$\pm 8,2$	27,2	$\pm 2,6$
19/12	56,0	$\pm 6,2$	26,0	$\pm 2,7$
30/12	49,4	$\pm 9,8$	29,2	$\pm 4,0$

O valor da  $\theta_{cr}$  calculada foi de 28,9%, assim, pelo método da UC, no dia 16/12 a umidade do solo de 28,5 %, indica que deve-se iniciar a irrigação. Por esse método, uma

lavoura de milho nas condições do experimento sofreria déficit por pelo menos três dias consecutivos (Tabelas 2 e 3).

Apesar da diferença encontrada entre os três métodos, de uma maneira geral eles prevêem o momento de irrigar muito próximos, com uma defasagem de  $\pm 3$  dias (Tabelas 2 e 3), defasagem esta que pode ser atribuída aos valores adotados de constantes embutidas no cálculo de cada método ( $K_c$ ,  $N_e$ ,  $\psi_m$ , estimativa de  $ETo$ ). Esses resultados estão de acordo com as comparações feitas por OLIVEIRA (1996).

Apesar do pequeno déficit sofrido pelo milho nas condições do experimento, outras áreas de cultivo na região mostraram sintomas visuais expressivos de déficit durante a safra avaliada. Estes provavelmente relacionados com uma menor disponibilidade total de água do solo (DTA), já que na região existe uma área expressiva com solos de textura grossa.

## CONCLUSÕES

- i) O método da umidade crítica é o mais sensível e o do balanço hídrico diário o mais conservador na definição do momento de irrigar;
- ii) O método do potencial crítico é dependente da correta definição da tensão crítica da água no solo;
- iii) Pesquisas com irrigação complementar devem ser conduzidas na região dos Campos Gerais do Paraná.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. Modern corn production. 2 ed. Champaign: A&L Publication, 1982. 371p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Guidelines for computing crop water requirements, Rome:FAO, 1998. 308p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.36, p. 949-956, 2001.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625p.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).
- MARTIN, D.L.; STEGMAN, E.C.; FERERES, E. Irrigation scheduling principles. In: HOFFMAN, G.J. Management of farm irrigation systems. St. Joseph: ASAE, 1992. p.155-206.
- OLIVEIRA, L.A. Comparação de métodos de manejo de irrigação em milho (*Zea Mays* L.) com dois níveis de água no solo. 1996. Tese (Mestrado)- Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.
- RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; COUTO, L. Manejo de irrigação. In RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; COUTO, L. (Ed.). Cultivo do milho irrigado. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 267p.
- SANS, L.M.A. Riscos climáticos para a cultura do milho: a irrigação em perspectiva. In RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; COUTO, L. (Ed.) Cultivo do milho irrigado. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 267p.
- SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. Evaluation of irrigation scheduling techniques for processing tomatoes in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING, 1996, San Antonio, Proceedings... San Joseph: ASAE, 1996. p. 522-526.
- TAYLOR, S.A. Managing irrigation water on the farm. Transactions of the ASAE, v.8, p.433-436, 1965.