

EFEITO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO SOBRE A EMERGÊNCIA DE MILHO EM DIFERENTES SOLOS⁽¹⁾

P. E. P. ALBUQUERQUE⁽²⁾, M. RESENDE⁽³⁾ & N.C. SANTOS⁽⁴⁾

RESUMO

Uma das limitações no estabelecimento do estande inicial da cultura do milho irrigado tem sido a aplicação de água de forma inadequada nesse período. Em determinados solos, esse problema é mais grave, principalmente naqueles que têm tendência a formar crosta superficial, em razão do impacto das gotas da água de irrigação ou de chuva. Foram avaliados diferentes critérios de manejo de irrigação por aspersão sobre a emergência de plântulas de milho em três solos: Latossolo Vermelho-Escuro (LE), de Sete Lagoas (MG); Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e solo Aluvial, ambos de Janaúba (MG). Os tratamentos basearam-se em diferentes critérios de reposição de água ao solo: (a) segundo a evaporação da água do solo (em frequências de um, dois, três, seis ou 12 dias); (b) com ou sem umedecimento até à capacidade de campo (CC) para atingir 0,20 m do perfil do solo, e (c) irrigação antes (somente no solo Aluvial) ou no dia da sementeira. O critério do manejo de irrigação que estabeleceu uma irrigação no dia da sementeira e irrigações posteriores com frequência de 12 dias afetou o percentual de emergência das plântulas nos solos LE (74%) e LV (43%). No Aluvial, o critério que beneficiou, de modo significativo, o percentual de emergência (82%) foi o que determinou a aplicação de uma lâmina de água dois dias antes da sementeira para umedecer o solo até à CC em 0-20 cm do perfil e com irrigações subseqüentes diárias a partir do dia da sementeira com lâminas correspondentes à evaporação da água do solo.

Termos de indexação: estande inicial, Latossolo, solo Aluvial.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em março de 1998 e aprovado em maio de 1999.

⁽²⁾ Engenheiro Agrícola, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas (MG). Email: emilio@cnpm.embrapa.br.

⁽³⁾ Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. Email: resende@cnpm.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Engenheiro-Agrônomo, M.Sc., Estação Experimental do Gorutuba. CEP 39440-000 Janaúba (MG). Bolsista do CNPq.

SUMMARY: *EFFECTS OF SPRINKLER IRRIGATION MANAGEMENT ON EMERGENCE OF MAIZE IN DIFFERENT SOILS*

Inadequate water application is one of the reasons of poor initial plant stand for irrigated maize. This problem is more serious in some soils with superficial crusting after sprinkler irrigation or rainfall. The effect of different water management criteria on maize emergence was evaluated in three soils: Dark-Red Latosol (LE), in Sete Lagoas, and Yellow-Red Latosol (LV) and Alluvial soil, in Janaúba, in Minas Gerais, Brazil. The treatments were based on different strategies for supplying water to soil. A combination of irrigation frequencies (one, two, three, six or 12 days) with or without irrigation to bring the 0.20 m top layer soil to field capacity (FC) and with or without irrigation prior to sowing (only on alluvial soil) were used. The irrigation management strategy which established irrigation at sowing and after 12 days, negatively, affected the percentual of maize emergence, as were the case for LE (74%) and for LV (43%). In the case of alluvial soil, the criterion which provided the best performance for maize emergence (82%) was daily irrigation after planting which brought the soil from 0 to 0.20 m layer to FC, two days prior to sowing.

Index terms: irrigation management, sprinkler irrigation, maize emergence (outgrowth), initial stand, Latosol, Alluvial soil.

INTRODUÇÃO

O baixo índice de germinação de sementes e, conseqüentemente, a baixa emergência de plântulas de várias culturas têm sido, muitas vezes, um problema para os agricultores, colocando em risco o estabelecimento de uma população adequada de plantas por unidade de área, acarretando, posteriormente, queda de produtividade. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, a saber: preparo do solo, qualidade de sementes, sistema de plantio, temperatura, método e manejo de irrigação no período inicial da cultura, entre outros.

Poucas informações existem sobre o manejo da irrigação nessa fase da cultura, que pode variar de 5 a 10 dias até surgirem as primeiras plântulas, dependendo das condições locais. Geralmente, o manejo da irrigação no período de emergência tem sido feito por meio de critérios que não consideram o efeito das características do solo, da semente e da forma de plantio sobre a germinação e emergência. Pode-se citar, por exemplo, a desuniformidade de germinação, causada por irrigações diárias menores do que 5 mm, efetuadas principalmente por pivôs centrais funcionando a 100% de velocidade.

Em determinados solos, como os aluviais, esse problema tem sido muito maior, considerando a facilidade de desagregação e a alta percentagem de silte nesses solos. O impacto constante da água de irrigação sobre o solo provoca dispersão das partículas e, quando seca a sua superfície, decorrente da evaporação, forma-se nela uma camada endurecida, fenômeno denominado encrostamento ou selamento superficial. Essas crostas têm espessura variável de poucos a vários milímetros

que, quando secas, tornam-se mais duras, compactas e quebradiças do que o material imediatamente subjacente (Curi et al., 1993), dificultando ou impedindo a emergência das plântulas e a infiltração da água (Hillel, 1980).

Além do endurecimento da superfície do solo, que pode dificultar a emergência, o encrostamento pode ainda reduzir o crescimento do sistema radicular da planta, por provocar modificações tanto morfológicas quanto fisiológicas (Lemos & Lutz, 1957).

O mecanismo de encrostamento da superfície do solo e a dureza da crosta resultam de processos físicos e físico-químicos complexos ou de reações que são controladas pela quantidade e natureza dos componentes do solo e por condições externas. O impacto das gotas de chuva ou da irrigação por aspersão modifica as condições físicas da superfície do solo pelo seu efeito na estrutura e transporte de partículas finas, reduzindo a rugosidade superficial, a porosidade total e a infiltração da água. Dessa forma, essa crosta apresenta maior compactação, menor proporção de macroporos, maior impedância mecânica e resistência hidráulica que o solo não afetado (Duley, 1939; Lemos & Lutz, 1957; Biielders et al., 1996).

Muitos trabalhos (Hunter & Erickson, 1952; Delouche, 1953; McGinnies, 1960; Evans & Stickler, 1961; Lyles & Fanning, 1964; Hughes et al., 1966; Wanjura et al., 1969; Jensen, 1971) têm abordado o efeito de níveis de umidade e tensão da água no solo sobre a germinação de sementes e emergência de plântulas de diferentes espécies. No entanto, esses trabalhos, geralmente, têm sido realizados em laboratórios ou casa de vegetação, sem considerar as condições físicas do solo. Por outro lado, outros

trabalhos (Duley, 1939; McIntyre, 1958; Tackett & Pearson, 1965; Hillel & Gardner, 1970; Bertol et al., 1989; Reichert et al., 1992; Chaves et al., 1993) têm enfatizado o efeito do selamento superficial sobre o decréscimo da taxa de infiltração da água no solo. Outros estudos (Lemos & Lutz, 1957; Roth et al., 1986; Biolders et al., 1996) também têm tratado do efeito da desagregação do solo causado pelo impacto de gotas de chuva ou irrigação, sem considerar o efeito sobre a cultura em si.

Dentre alguns autores que focalizaram o efeito da umidade do solo sobre a germinação de algumas espécies, Hunter & Erickson (1952) concluíram que os conteúdos mínimos de água nas sementes para germinação de milho, arroz, soja e beterraba foram de 30,5; 26,5; 50,0 e 31,0% e os potenciais mínimos de água no solo a 25°C foram de -1.250, -790, -660 e -350 kPa, respectivamente.

Dentre alguns poucos autores que relacionaram o efeito da crosta sobre a emergência de plântulas, podem-se citar Hanks & Thorp (1956), Hanks & Thorp (1957), Hanks (1961) e Parker Jr. & Taylor (1965).

Hanks & Thorp (1956) estudaram a emergência em semente de trigo, relacionada com o conteúdo de água no solo, densidade, taxa de difusão de oxigênio e resistência da crosta na superfície do solo. Aparentemente, em solos com menor conteúdo de água, a resistência da crosta limitou a emergência das plântulas. Em outro trabalho, Hanks & Thorp (1957) estudaram a emergência de plântulas de trigo, sorgo granífero e soja, em diferentes tipos de solo, suscetíveis à formação de crosta na superfície, com diferentes conteúdos de água. A resistência (dureza) da crosta, medida pelo "módulo de ruptura" (Richards, 1953), variou de 0 a 140 kPa. O conteúdo de água no solo variou da capacidade de campo até 25% da água disponível. Os resultados demonstraram que o "módulo de ruptura" é um bom índice de medida da resistência da crosta do solo, quando relacionado com a emergência de plântulas de trigo e similares. Também ficou evidenciado que a resistência da crosta superficial limitou a emergência das plântulas e foi dependente do conteúdo da água no solo. Houve uma relação direta

entre a emergência e o teor de água e uma relação inversa entre a emergência e a resistência da crosta.

Parker Jr. & Taylor (1965) avaliaram, em laboratório, os efeitos do tipo de solo, tensão de água, temperatura do solo e profundidade de semeadura sobre as relações entre a resistência do solo e a emergência de plântulas de sorgo e guar. Verificaram que a taxa de emergência foi afetada pela resistência, tensão da água e temperatura do solo. No entanto, a temperatura do solo na faixa de 21 a 35°C não influenciou a emergência total. A percentagem de emergência decaiu progressivamente quando a resistência do solo foi maior do que 300 kPa. No caso do sorgo, houve pouco efeito da profundidade de semeadura sobre a interação emergência x resistência do solo; por outro lado, no caso do guar, a profundidade de semeadura reduziu drasticamente a emergência em solos mais compactados.

Hanks (1961) enfatizou ser o conteúdo de água do solo um fator muito importante na emergência de plântulas quando relacionado com a resistência da crosta do solo. A emergência é limitada quando o solo seca, porque a resistência da crosta aumenta e a capacidade de emergência diminui.

O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos de diferentes critérios de manejo da irrigação por aspersão na percentagem final e na velocidade de emergência de plântulas de milho, em três tipos de solo, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram desenvolvidos, em condições de campo, em solos classificados como Latossolo Vermelho-Escuro (LE) álico distrófico fase cerrado (Sete Lagoas, MG, a 19°26' S, 44°10' W e 719 m de altitude); Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) epieutrófico e solo Aluvial eutrófico A moderado de relevo plano (ambos de Janaúba, MG, a 15°47' S, 43°18' W e 533 m de altitude). As respectivas análises granulométricas e classificações texturais estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Análise granulométrica e classificação textural de três tipos de solo, em 0-20 cm de profundidade

Solo	Areia		Silte	Argila	Classificação textural
	Grossa	Fina			
g kg ⁻¹					
LE (Sete Lagoas)	50	50	210	690	muito argiloso
LV (Janaúba)	120	370	210	300	franco argilo-arenoso
Aluvial (Janaúba)	20	130	470	380	franco argilo-siltoso

A precipitação e a temperatura média anual são, respectivamente, 1.346 mm (média dos anos de 1931 a 1990) e 22,1°C, para Sete Lagoas, e 871 mm (média dos anos de 1980 a 1989) e 24°C, para Janaúba. O clima típico para ambos os locais, segundo a classificação de Köppen, é Aw, isto é, de savana com inverno seco e temperatura do ar do mês mais frio superior a 18°C.

A água disponível (quantidade de água retida no solo entre os potenciais de -10 e -1.500 kPa) é de 100, 130 e 180 mm m⁻¹ de solo, para o LE, LV e Aluvial, respectivamente.

Para a escolha dos tratamentos constantes nos quadros 2 e 3, de acordo com os solos e com as condições observadas na prática, consideraram-se os seguintes critérios: (a) irrigação no dia da sementeira - prática mais comum realizada pelos agricultores, que favorece a formação de crosta na superfície do solo; (b) irrigação dois dias antes da sementeira - para armazenar água na camada superficial do solo e, na ocorrência de formação de crosta, facilitar a sua ruptura por meio do próprio ato mecânico de semear (somente Quadro 3); (c) irrigações após a sementeira - comumente determinadas em turnos de irrigação, para sistemas convencionais; (d) aplicação de lâmina de irrigação para atingir 0-20 m de profundidade do solo - para alcançar a profundidade das sementes e suprir de água as plântulas recém-germinadas; (e) combinação do item (d) com diferentes intervalos entre irrigações - visando manter a superfície do solo com diferentes graus de umidade, uma vez que as irrigações após a sementeira vêm sendo feitas independentemente do tipo de solo (com tendência ou não a formar crosta). Em sistemas convencionais monitorados com tensiômetros ou com turno de irrigação preestabelecido, normalmente, irriga-se no dia da sementeira e volta-se a irrigar após a emergência; (f) irrigações frequentes com

pequenas lâminas para repor a evaporação diária - prática muito comum quando se utilizam pivôs centrais e, muitas vezes, a frente de molhamento não atinge a profundidade das sementes.

O tratamento 1 (Quadro 2) é o manejo mais usado em propriedades rurais que utilizam aspersão convencional, tanto monitorado com tensiômetros como com turno de irrigação preestabelecido, pois, geralmente, o intervalo entre a primeira irrigação e a seguinte ultrapassa o período de emergência das plântulas. O tratamento 5, apresentado nos quadros 2 e 3, é o manejo mais comum em áreas com pivô central.

As lâminas de água repostas correspondentes à evaporação de água do solo nos diferentes tratamentos foram baseadas em dados históricos de cinco anos (1986-90) da evaporação média diária, para cada mês, do tanque Classe A e utilização dos coeficientes do tanque (K_t) e da cultura (K_c), segundo Doorenbos & Pruitt (1977).

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com três repetições, e as parcelas utilizadas foram de 12 x 12 m. As irrigações foram realizadas com aspersores setoriais dispostos em cada aresta da parcela, com vistas em aplicar água somente na parcela de interesse. O espaçamento entre fileiras de sementeira foi de 0,90 m, com as sementes espaçadas em 0,185 m.

As sementeiras foram realizadas em 11/07/91, no LV; em 12/07/91, no Aluvial, e em 06/08/91, no LE. As avaliações de emergência de plântulas foram feitas diariamente nas cinco fileiras centrais da parcela, com 5 m de comprimento, dando, dessa forma, uma possibilidade máxima de 135 plântulas emergidas. Para efeito de análise estatística, consideraram-se as plântulas emergidas 15, 14 e 17 dias após a sementeira (DAS), para os solos LV, Aluvial e LE, respectivamente.

Quadro 2. Tratamentos de aplicação de água por aspersão em cultura de milho, para Latossolos LE e LV

Tratamento	Descrição
1	- Uma irrigação no dia da sementeira para umedecer, até à capacidade de campo (CC), 0-20 m do perfil do solo e a próxima irrigação 12 dias após a sementeira
2	- Uma irrigação no dia da sementeira para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação diária correspondente à evaporação de água do solo
3	- Uma irrigação no dia da sementeira para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação de três em três dias correspondente à evaporação da água do solo nesse período
4	- Uma irrigação no dia da sementeira para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação de seis em seis dias correspondente à evaporação da água do solo nesses seis dias
5	- Irrigação diária correspondente à evaporação diária da água do solo, da sementeira até a emergência
6	- Irrigação de dois em dois dias correspondente à evaporação da água do solo nesses dois dias, da sementeira até a emergência

Quadro 3. Tratamentos de aplicação de água por aspersão em cultura de milho, para solo Aluvial

Tratamento	Descrição
1	- Uma irrigação a dois dias antes da semeadura para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e a mesma irrigação 12 dias após a semeadura
2	- Uma irrigação a dois dias antes da semeadura para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação diária correspondente à evaporação de água do solo
3	- Uma irrigação a dois dias antes da semeadura para umedecer, até à CC, 0,20 m do perfil do solo e irrigação de três em três dias correspondente à evaporação da água do solo nesses três dias
4	- Uma irrigação a dois dias antes da semeadura para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação de seis em seis dias correspondente à evaporação da água do solo nesse período
5	- Irrigação diária correspondente à evaporação diária da água do solo, da semeadura até à emergência
6	- Uma irrigação no dia da semeadura para umedecer, até à CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação diária correspondente à evaporação diária da água do solo, da semeadura até à emergência
7	- Uma irrigação no dia da semeadura para umedecer, até a CC, 0,2 m do perfil do solo e irrigação de seis em seis dias correspondente à evaporação da água do solo nesse período, da semeadura até à emergência

Controlou-se a profundidade de semeadura em torno de 5 cm. Utilizaram-se sementes do cultivar de milho BR-201 (híbrido duplo), cujo teste de germinação acusou valor acima de 85% para o lote utilizado.

Foram realizadas a análise de variância e o teste de médias, segundo Duncan, para a percentagem final de plântulas emergidas. Todos os valores de percentagem de emergência foram transformados para arcosseno da raiz quadrada dessa percentagem.

Adicionalmente, foi observada a velocidade de emergência pelos coeficientes de um modelo matemático utilizado para estimar a percentagem de emergência em função dos dias após a semeadura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 4 apresenta os coeficientes das equações referentes às percentagens de emergência (E), considerando os dias após a semeadura (DAS) e os três tipos de solo. Os ajustes sobre os dados observados foram realizados por meio do seguinte modelo exponencial:

$$E = a[1 - b.exp(-c.DAS)]$$

em que E = percentagem de plântulas emergidas, DAS = dias após a semeadura e a, b e c = coeficientes. O coeficiente a representa a percentagem final de plântulas emergidas, quando o DAS tende para o infinito; o b e c determinam a declividade da curva, que caracteriza a velocidade de emergência, isto é, quanto maiores os seus valores, maior também a velocidade de emergência.

Os resultados constantes no quadro 4 mostram altos coeficientes de determinação, sugerindo um modelo adaptável ao estudo de emergência. Ainda, fazendo uma avaliação global dos resultados, verifica-se que a percentagem final de plantas emergidas (coeficiente a) foi maior no solo LE do que no LV ou no Aluvial, ao passo que a velocidade de emergência (coeficientes b e c) comportou-se de modo oposto. É possível que a maior temperatura do solo ocorrida em Janaúba (Borba et al., 1992) tenha contribuído para acelerar a velocidade de emergência e, de modo inverso, as características físicas dos solos daquela região tenham reduzido o percentual de emergência final.

Segundo Borba et al. (1992), a temperatura mais baixa no solo ocorrida em Sete Lagoas (16°C), durante o mesmo período deste trabalho, influenciou basicamente na velocidade de emergência das plântulas de milho e não na percentagem final, concordando em parte com Parker Jr. & Taylor (1965). Supõe-se que esse efeito tenha sido atenuado em Janaúba, haja vista que o seu clima se apresenta mais quente em comparação com o de Sete Lagoas.

De acordo com os dados observados, os tratamentos que apresentaram o melhor e o pior desempenho quanto à percentagem final de emergência estão ilustrados na figura 1, para os respectivos tipos de solo.

Analisando os valores no quadro 4 e na figura 1, para o LE, verificou-se que o tratamento T3 obteve a mais alta velocidade de emergência e o T5 a mais alta percentagem de plântulas emergidas até o final das avaliações. Para o LV, o tratamento T2 foi o que apresentou a mais alta velocidade de emergência e

Quadro 4. Coeficientes do modelo ajustado⁽¹⁾ para a percentagem de emergência (E) de plântulas de milho, considerando os dias após a semeadura (DAS) e os três tipos de solo, submetidos a diferentes tratamentos⁽²⁾ (Sete Lagoas e Janaúba)

Tratamento ⁽²⁾	Tipo de solo ⁽³⁾											
	Latossolo Vermelho-Escuro (LE)				Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)				Solo Aluvial			
	a	b	c	R ²	a	b	c	R ²	a	b	c	R ²
1	78,918	4,397	0,275	0,962	47,032	5,484	0,281	0,986	68,139	6,081	0,246	0,965
2	89,917	5,080	0,302	0,958	81,447	31,224	0,570	0,994	86,805	34,903	0,492	0,919
3	91,212	7,043	0,368	0,946	78,026	22,427	0,510	0,975	76,238	9,385	0,308	0,958
4	89,899	4,104	0,260	0,962	70,776	16,460	0,468	0,975	73,445	8,391	0,292	0,958
5	97,070	3,096	0,199	0,946	87,813	6,360	0,289	0,941	74,700	7,361	0,272	0,960
6	93,574	3,899	0,247	0,952	75,994	4,115	0,223	0,973	73,545	29,903	0,475	0,940
7	-	-	-	-	-	-	-	-	61,900	4,475	0,212	0,986

⁽¹⁾ Modelo matemático: $E = a \cdot [1 - b \cdot \exp(-c \cdot DAS)]$ (E - % de emergência; DAS - dias após a semeadura; R² - coeficiente de determinação).

⁽²⁾ Tratamentos, segundo o quadro 2, para o solo LE e LV, e o quadro 3, para o Aluvial. ⁽³⁾ Tipo de solo, segundo o quadro 1.

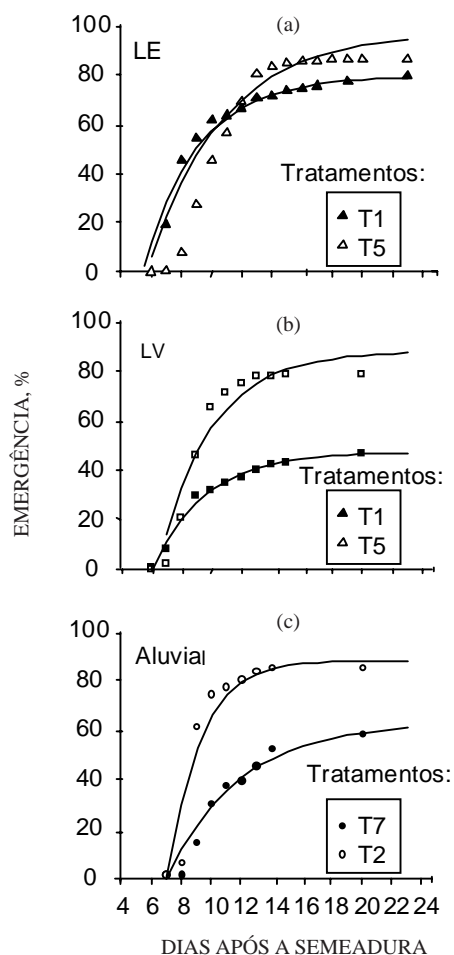


Figura 1. Percentuais de emergência de plântulas de milho, considerando os dias após a semeadura (DAS), para solos LE, LV e Aluvial, ajustados segundo o modelo $E = a \cdot [1 - b \cdot \exp(-c \cdot DAS)]$, cujos coeficientes encontram-se no quadro 4, para os tratamentos (Quadros 2 e 3) de pior e melhor desempenho.

o T5 a maior percentagem final de emergência. No caso do solo Aluvial, observou-se que o T2 obteve o melhor desempenho, tanto em termos de velocidade de emergência quanto em percentagem final de plântulas emergidas, enquanto o T6 mostrou bom desempenho somente na velocidade de emergência.

A análise de variância feita para a percentagem de emergência dos três tipos de solo foi realizada para as avaliações feitas aos 17 (no LE), aos 15 (no LV) e aos 14 DAS (no Aluvial), ocasiões em que se iniciaram as irrigações uniformes sobre todos os tratamentos. Também foram feitas avaliações aos 23, 20 e 20 DAS nos respectivos solos, para verificar alguma recuperação no percentual de emergência, após o período de irrigações uniformes. Como nos solos LE e LV os tratamentos foram os mesmos, a análise de variância foi feita em conjunto para avaliar o efeito da interação tipo de solo e tratamento, o que resultou em efeito de interação a 6% de probabilidade. As diferenças entre as médias dos tratamentos, pelo teste de Duncan, são mostradas no quadro 5, para os solos.

Verificou-se que, para o LE, somente o tratamento 1 (T1) diferenciou-se dos demais na avaliação dos 17 DAS, pois foi irrigado apenas uma vez, mas, após a aplicação uniforme da irrigação em todos os tratamentos (com avaliação aos 23 DAS), todos se igualaram. Por outro lado, pôde-se observar que, para o LV, os tratamentos T2 e T5 apresentaram a maior percentagem de emergência e o T1 a menor. Além do T1, somente o T6 diferenciou-se dos melhores tratamentos, mas, na avaliação dos 20 DAS, todos os tratamentos se igualaram, exceto o T1. No LV, o maior estresse hídrico (clima mais quente e seco) e a característica do solo (maior tendência ao encrostamento) podem explicar a baixíssima percentagem de plântulas emergidas e a não-recuperação do tratamento T1 ao compará-lo com ele próprio no LE.

Quadro 5. Médias de percentagem de plântulas de milho emergidas, avaliadas pelo teste de Duncan a 5%, considerando os tratamentos de manejo de irrigação por aspersão, três tipos de solo e dois períodos de avaliação

LE (Sete Lagoas)				LV (Janaúba)				Aluvial (Janaúba)			
Avaliação aos:											
17 DAS ⁽²⁾		23 DAS		15 DAS		20 DAS		14 DAS		20 DAS	
Tratamento ⁽¹⁾	% E ⁽³⁾	Trat.	% E	Trat.	% E	Trat.	% E	Trat.	% E	Trat.	% E
3	87,9 A	3	88,9 A	2	80,2 A	2	80,2 A	2	82,0 A	2	82,2 A
6	86,2 A	6	86,4 A	5	79,0 A	5	79,0 A	6	69,1 B	6	70,6 B
5	85,4 A	2	86,2 A	3	76,8 AB	3	76,8 A	3	68,1 B	3	70,4 B
2	85,2 A	4	85,9 A	4	68,9 AB	4	69,4 A	5	64,2 B	5	68,9 B
4	84,5 A	5	85,4 A	6	65,2 B	6	67,9 A	4	63,5 B	4	67,4 B
1	73,8 B	1	78,3 A	1	43,0 C	1	47,7 B	1	54,3 C	1	63,0 BC
-	-	-	-	-	-	-	-	7	50,4 C	7	55,6 C
C.V. ⁽⁴⁾ (%)	7,37		6,90		7,37		6,90		4,25		4,85

⁽¹⁾ Tratamentos conforme os quadros 2 (LE e LV) e 3 (Aluvial). ⁽²⁾ dias após a semeadura. ⁽³⁾ emergência, cujos valores foram transformados para $\arcsen(\%E)^{1/2}$ para análise de variância. ⁽⁴⁾ análise de variância conjunta entre LE e LV. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

Os tratamentos com irrigação no dia da semeadura, para umedecer até 0,20 m do perfil do solo, e com esse mantido sob condição úmida por mais tempo (T2 e T3) foram os que tenderam a ter maior número de plântulas emergidas e maiores velocidades de emergência, como está evidente no quadro 4.

Os tratamentos T5 e T6 apresentaram baixas velocidades de emergência, provavelmente porque, nos primeiros dias, não havia umidade suficiente no solo para início de germinação. É possível que, a partir do momento em que a frente de molhamento atingiu as sementes, a emergência das plântulas tenha sido facilitada.

Apenas uma irrigação no dia da semeadura (T1) não foi suficiente para promover bom percentual de plântulas emergidas, principalmente no solo LV, que pode ter causado maiores danos às plântulas não somente em razão do estresse hídrico, mas também da maior predisposição desse solo em formar crosta na superfície.

Como critério de segurança no plantio de milho irrigado, para os solos LE e LV, é recomendável irrigar no dia da semeadura com uma lâmina suficiente para umedecer 0,20 m do perfil do solo e realizar irrigações subsequentes com intervalos inferiores a seis dias até à emergência, considerando condições similares de clima e solo àquelas estudadas.

Observou-se no quadro 5, para o solo Aluvial, que o tratamento que teve uma irrigação dois dias antes da semeadura e as irrigações posteriores diárias com pequenas lâminas (T2) foi o que apresentou o melhor resultado. As irrigações diárias mantiveram o solo

úmido na superfície por mais tempo, contribuindo para que a crosta superficial permanecesse mais frágil e facilmente rúptil pela plântula emergente.

A diferença entre os tratamentos T2 e T6 foi a irrigação inicial com uma lâmina maior em condição de pré (T2) e pós-semeadura (T6). É provável que a irrigação dois dias antes da semeadura (T2) tenha melhorado a condição hídrica do solo para o plantio, e a quebra da crosta pelo próprio efeito mecânico da semeadura manteve as condições físicas do solo favoráveis à emergência. Por outro lado, a semeadura em solo seco (T6), revolvido por esse efeito mecânico, pode ter desestruturado esse solo ainda mais, contribuindo, juntamente com a lâmina maior de irrigação, para formar uma crosta superficial mais dura, dificultando, dessa forma, a emergência.

O tratamento T5, apesar de irrigações diárias, apresentou baixa velocidade de emergência (baixos valores dos coeficientes *b* e *c* no Quadro 4), tendo em vista não ter recebido uma lâmina inicial de irrigação suficiente para atingir a profundidade de semeadura, fazendo com que ficasse atrasada a emergência das primeiras plântulas e comprometesse o percentual final de emergência.

Os tratamentos T3 e T4 tiveram comportamentos similares em termos de velocidade de emergência (Quadro 4), com ligeira vantagem para o T3, haja vista que esse foi irrigado com uma frequência maior (intervalo de 3 dias).

Os tratamentos T1 e T7 apresentaram os piores desempenhos, com uma pequena vantagem para o T1, porque esse foi beneficiado pela quebra da crosta superficial no dia da semeadura, apesar de o T7 ter a irrigação subsequente com um intervalo menor

(seis dias). A avaliação dos 20 DAS, ocasião em que todos os tratamentos eram irrigados igualmente, mostrou pequena recuperação do tratamento T1, tornando-o significativamente igual ao T3, T4, T5 e T6 (Quadro 5).

Apesar de não ter sido medida a resistência da crosta na superfície do solo, tanto pré ou pós-cultivo, observou-se que a irrigação realizada no dia da semeadura concorreu para a sua formação, o que dificultou a emergência das plântulas. Por outro lado, a irrigação antecipada em dois dias da data da semeadura fez com que, no dia da semeadura, o próprio ato mecânico de plantar melhorasse a condição física do solo. A manutenção de irrigações subsequentes com pequenas lâminas e de alta frequência permitiu manter a superfície do solo sempre úmida, o que pôde ter concorrido para a diminuição da resistência da crosta superficial, facilitando o seu rompimento, como verificaram Hanks & Thorp (1956), e melhorando a infiltração da água, conforme também salientaram Bertol et al. (1989) e Reichert et al. (1992).

Geralmente, os solos aluviais apresentam boa capacidade de retenção de água, porém com baixa condutividade hidráulica saturada ou velocidade de infiltração básica (VIB). Apesar disso, acredita-se que uma irrigação, para umedecer até à capacidade de campo em 20 cm do perfil do solo, realizada dois ou três dias antes da semeadura, não impedirá o trânsito de plantadeiras no local do cultivo, em decorrência da alta evaporação da água da superfície do solo, mas manterá umidade suficiente no solo para se iniciar o processo germinativo.

Os resultados aqui obtidos ratificaram a conclusão do trabalho realizado por Hanks (1961), que considerou a umidade do solo uma variável muito importante a ser avaliada na emergência de plântulas em solos que apresentam grande resistência da crosta superficial.

CONCLUSÕES

Dentro das condições de solo e clima nas quais se realizou este trabalho, pôde-se concluir:

1. Os menores percentuais de emergência de plântulas de milho, submetidas a diferentes critérios de manejo de irrigação, foram obtidos no solo Aluvial e no Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) (ambos de Janaúba) e os maiores no Latossolo Vermelho-Escuro (LE) (de Sete Lagoas), embora as velocidades de emergência tenham-se comportado de modo inverso.

2. Para o LE e LV, o critério de manejo de irrigação de pior desempenho, para o percentual de emergência de plântulas de milho (cerca de 74 e 43%, respectivamente), e que se diferenciou dos demais, foi aquele que estabeleceu uma irrigação no dia da semeadura, para umedecer o solo até à capacidade

de campo (CC) em 0-20 m do perfil e com irrigação posterior somente 12 dias após a semeadura. Irrigações com pequenas lâminas causaram baixa velocidade de emergência, mas não comprometeram significativamente o percentual final de emergência.

3. Para o Aluvial, o critério de melhor desempenho (82% de emergência) e que se diferenciou dos demais foi aquele que estabeleceu uma irrigação dois dias antes da semeadura para umedecer o solo até à CC em 0-20 m do perfil e com irrigações subsequentes diárias, a partir do dia da semeadura, com lâminas correspondentes à evaporação da água do solo.

4. A recuperação do percentual de emergência, após as plântulas serem submetidas à irrigação uniforme sobre toda a área, foi observada tanto no LE quanto no LV, tornando todos os critérios de manejo de irrigação sem diferença estatística no LE e mantendo somente o tratamento de pior desempenho diferente dos demais no LV. Por outro lado, no solo Aluvial não houve recuperação do percentual de emergência.

LITERATURA CITADA

- BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:373-379, 1989.
- BIELDERS, C.L.; BAVEYE, P.; WILDING, L.P.; DREES, L.R. & VALENTIN, C. Tillage-induced spatial distribution of surface crusts on a sandy Paleustult from Togo. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60:843-855, 1996.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T. & OLIVEIRA, A.C. Qualidade da semente de milho, tratamento com inseticida e temperatura subótima. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992. v.5. p.208-209.
- CHAVES, H.M.L.; ORLOWSKI, E. & ROLOFF, G. Previsão da infiltração sob condições dinâmicas de selamento superficial. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:141-147, 1993.
- CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KAMPF, N.; MONIZ, A.C. & FONTES, L.E.F. Vocabulário de ciência do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.
- DELOUCHE, J.C. Influence of moisture and temperature levels on the germination of corn, soybeans and watermelons. *Proc. Ass. Off. Seed Analysts N. Am.*, 43:117-126, 1953.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop water requirements. Rome, FAO, 1977. 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24)
- DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 4:60-64, 1939.
- EVANS, W.F. & STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stresses. *Agron. J.*, 53:369-372, 1961.
- HANKS, R.J. Soil crusting and seedling emergence. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7., Madison, 1960. Transactions. Amsterdam, Elsevier, 1961. v.1. p.340-346.

- HANKS, R.J. & THORP, F.C. Seedling emergence of wheat as related to soil moisture content, bulk density, oxygen diffusion rate, and crust strength. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 20:307-310, 1956.
- HANKS, R.J. & THORP, F.C. Seedling emergence of wheat, grain sorghum, and soybeans as influenced by soil crust strength and moisture content. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 21:357-359, 1957.
- HILLEL, D. Applications of soil physics. New York, Academic Press, 1980. 385p.
- HILLEL, D. & GARDNER, W.R. Transient infiltration into crust-topped profiles. *Soil Sci.*, 109:69-76, 1970.
- HUGHES, T.D.; STONE, J.F.; HUFFINE, W.W. & GINGRICH, J.R. Effect of soil bulk density and soil water pressure on emergence of grass seedlings. *Agron. J.*, 58:549-553, 1966.
- HUNTER, J.R. & ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agron. J.*, 44:107-109, 1952.
- JENSEN, R.D. Effects of soil water tension on the emergence and growth of cotton seedlings. *Agron. J.*, 63:766-768, 1971.
- LE MOS, P. & LUTZ, J.F. Soil and factors affecting it. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 21:485-491, 1957.
- LYLES, L. & FANNING, C.D. Effects of presoaking, moisture tension, and soil salinity on the emergence of grain sorghum. *Agron. J.*, 56:518-520, 1964.
- McGINNIES, W.J. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agron. J.*, 52:159-162, 1960.
- McINTYRE, D.S. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact. *Soil Sci.*, 85:185-189, 1958.
- PARKER Jr., J.J. & TAYLOR, H.M. Soil strength and seedling emergence relations. I. Soil type, moisture tension, temperature, and planting depth effects. *Agron. J.*, 57:289-291, 1965.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M. & CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:289-298, 1992.
- RICHARDS, L.A. Modulus of rupture as an index of crusting of soil. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 17:321-323, 1953.
- ROTH, C.H.; MEYER, B.; FREDE, G. & DERPSCH, R. The effect of different soybean tillage systems on infiltrability and erosion susceptibility of an Oxysol in Paraná, Brazil. *J. Agron. Crop Sci.*, 157:217-226, 1986.
- TACKETT, J.L. & PEARSON, R.W. Some characteristics of soil crusts formed by simulated rainfall. *Soil Sci.*, 99:407-413, 1965.
- WANJURA, D.F.; HUDSPETH Jr., E.B. & BILBRO Jr., J.D. Emergence time, seed quality, and planting depth effects on yield and survival of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Agron. J.*, 61:63-65, 1969.