

## PRECIPITAÇÃO MÍNIMA PARA SEMEADURA DO TRIGO NO NORTE DO PARANÁ

### MINIMUM PRECIPITATION FOR SOWING OF WHEAT IN PARANÁ, BRAZIL

Rogério Teixeira de Faria<sup>1</sup> e Paulo Henrique Caramori<sup>2</sup>

#### RESUMO

A época de efetuar a semeadura do trigo constitui uma decisão crítica de manejo anualmente tomada pelos agricultores do norte do Paraná, devido às condições hídricas do solo inadequadas por ocasião da implantação da cultura. Com o objetivo de determinar a precipitação mínima requerida para promover o estabelecimento da população inicial de plantas, adequada para a cultura de trigo na região, foi conduzido um experimento em Latossolo Roxo em Londrina. Sementes de trigo semeadas em solo seco foram submetidas a diferentes níveis de precipitação, simuladas através da aplicação de uma, duas, ou três irrigações no período de zero a seis dias após a semeadura. Constatou-se que precipitações insuficientes e mal distribuídas após a semeadura resultaram em perdas do poder germinativo de até 50%, atraso na emergência e diminuição do vigor de plântulas. Stand inicial adequado foi obtido com precipitações iguais ou maiores que 30 mm, ocorridas na data de semeadura, ou precipitações iguais ou maiores que 40 mm, ocorridas durante o período de 3 dias após a semeadura. Consequentemente, para efetuar a semeadura do trigo, o agricultor do norte do Estado do Paraná deve aguardar uma precipitação de pelo menos 30 mm.

**Palavras-chave:** umidade do solo, semeadura, germinação, emergência, trigo.

#### SUMMARY

Sowing time of wheat is a critical management decision for farmers in the North of Paraná State,

---

<sup>1</sup>Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Área de Engenharia Agrícola do IAPAR, Caixa Postal 481, 86001-970,

Londrina-PR

Brazil, due to low soil water availability during crop establishment. A field experiment was carried out in Londrina (Latitude 22°23'S and Longitude 51°11'W), to determine minimum precipitation necessary to promote adequate initial wheat stand. The treatments included different precipitation depths simulated by application of irrigation at different times after sowing in a dry soil. Results showed that insufficient, poorly distributed precipitation caused up to 50% decrease on seed germination, associated with lower seedling vigor and emergence delay. Ideal initial stand was obtained with at least 30 mm of precipitation at sowing, or at least 40 mm within 3 days after sowing. Therefore, for sowing of wheat, the farmers in the North of Paraná should wait for a precipitation of at least 30 mm.

**Key words:** soil moisture, germination, emergence, sowing, wheat.

## INTRODUÇÃO

A época de efetuar a semeadura do trigo constitui uma decisão crítica de manejo anualmente tomada pelos agricultores do norte do Paraná. O período de semeadura recomendado inicia-se em 15 de março e estende-se até 15 de maio (IAPAR,1995). No entanto, o período disponível para a semeadura desta cultura é condicionado à liberação da área, usualmente ocupado com soja ou milho. Com frequência ocorrem atrasos na colheita das culturas de verão, causados pela necessidade de adiamentos da semeadura em anos com deficiência hídrica em outubro e novembro. Como a insuficiência de precipitação também ocorre, com frequência, nos meses de outono, o período efetivo em que se realiza a semeadura do trigo é ainda mais curto, devendo ser realizada imediatamente após chuvas de intensidade significativa, tão logo o terreno apresente condições de trafegabilidade.

Além da disponibilidade hídrica do solo, o estabelecimento da cultura do trigo depende de outros fatores, tais como temperatura, variedade e qualidade das sementes. Como a temperatura de solo durante o outono não é limitante no norte do Paraná e desde que sementes de alta qualidade de material genético adaptado são disponíveis no mercado, o conhecimento das condições hídricas requeridas para o estabelecimento da cultura de trigo na região constitui o fator de maior importância. De fato, a semeadura em condições hídricas inadequadas, seguida de curtos períodos sem precipitação, que normalmente ocorrem associados com evapotranspiração relativamente elevada, ocasionam o rápido secamento da superfície do solo, resultando em condições insuficientes de umidade na profundidade de semeadura. Como consequência, ocorre baixa emergência de plantas, o que torna o replantio de trigo uma prática comum na região.

---

<sup>2</sup>Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Área de Ecofisiologia do IAPAR, Caixa Postal 481, 86001-970, Londrina-PR

Vários estudos relatam o efeito da disponibilidade hídrica na germinação e emergência de trigo (LINDSTROM et al., 1976; DE JONG & BEST, 1979; SETHI & AGGARWAL, 1985; LAFOND & FOWLER, 1989). Em todos estes estudos, o tempo requerido para emergência aumentou quando a semente foi submetida a maiores tensões de água do solo. Por outro lado, à medida que a temperatura decresceu, sementes de trigo foram capazes de germinar em tensões de água mais elevadas.

Dados da literatura obtidos em condições controladas, sugerem que a emergência final não é afetada até que o solo atinja um nível crítico que limita a transmissão de água para a semente. Para o trigo, este valor crítico é assumido como 1.500 a 2.000 kPa (HILLEL, 1972; LINDSTROM et al., 1976). No trabalho conduzido por LINDSTROM et al. (1976) houve um pequeno efeito na taxa de emergência à medida que a tensão de água do solo aumentou de 40 para 400 kPa. Taxas de emergência acima de 80% foram obtidas por LAFOND & FOWLER (1989) em tensões iguais ou menores que 1.000 kPa e cerca de 56% em 1.500 kPa. Estes autores atribuíram o efeito ao aumento da suscetibilidade das plântulas a patógenos de solo em condições de solo seco. Resultados semelhantes foram relatados por AHMAD & KHALAF (1987) e BOUAZIZ & BRUCKLER (1989), em que, além de menor emergência, o aumento do estresse hídrico decresceu a taxa de alongação de plântulas.

Em condições de campo, o solo está sujeito a ciclos sucessivos de molhamento e secamento. A germinação, caso iniciada, pode ser interrompida em diferentes estágios. Em geral, sementes são capazes de suportar vários ciclos de hidratação e desidratação, sem que haja perdas apreciáveis de viabilidade, desde que o processo germinativo não atinja o estágio em que as sementes tornam-se sensíveis à secagem, e que as mesmas não sofram ação de patógenos (JORDAN, 1983). A desidratação, ocorrida em estágios mais avançados da germinação, pode provocar danos irreparáveis no embrião, a ponto do processo não se reiniciar com a ocorrência de condições hídricas adequadas. Em laboratório, MOTTA (1994) concluiu que a sensibilidade à desidratação se manifesta quando a concentração de água na semente de trigo atinge níveis superiores a 42%, o que ocorreu a partir de 30 horas do início da hidratação.

Por outro lado, vários trabalhos relataram efeitos benéficos de tratamentos onde as sementes sofrem um ou mais ciclos de hidratação-secagem (BEWLEY, 1979; MOTTA, 1994). Segundo os autores, sementes tratadas com este método apresentam maior uniformidade e velocidade de emergência.

O objetivo deste estudo foi determinar a precipitação mínima requerida para, em condições de solo seco, promover o estabelecimento de stand inicial de plantas para a cultura de trigo no norte do Paraná.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná

(IAPAR) em Londrina-PR (Latitude 22°23' Sul, longitude 51°11' Oeste e altitude 560 m), durante o período de 29 de junho a 26 de julho de 1984. Embora este não seja o período recomendado para a semeadura do trigo na região, os meses de inverno apresentam os menores índices pluviométricos, possibilitando a realização de experimentos com diferentes regimes hídricos sem que haja interferência de chuvas nos tratamentos.

O solo da região é classificado como Latossolo Roxo distrófico, ocorre em relevo suavemente ondulado e apresenta características de textura argilosa (74% argila, 16% silte e 10% areia), baixo teor de matéria orgânica (< 3%), muito profundo, boa drenagem e fertilidade média a baixa. O solo da área experimental vinha sendo submetido a práticas de cultivo usuais, através da exploração com culturas anuais sob sistema de preparo de solo convencional. A relação entre umidade e tensão de água do solo foi representada pela curva característica de retenção de água para a camada 0-10 cm, obtida de amostras coletadas em local próximo ao experimento. Os dados foram ajustados à seguinte forma da equação de Van Genuchten (FARIA et al., 1994):

$$q = q_r + \frac{q_s - q_r}{[1 + (\alpha y)^n]^m} \quad (1)$$

onde  $\theta$  é a umidade em  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ,  $\psi$  a tensão em kPa e os parâmetros  $\theta_s$ ,  $\theta_r$ ,  $\alpha$ ,  $n$  e  $m$  são coeficientes de regressão ajustados, com valores de  $0,474 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ,  $0,178 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ,  $0,39 \text{ kPa}^{-1}$ ,  $1,968$  e  $0,2$ , respectivamente.

A semeadura foi realizada em solo seco, precedida de aração com arado de discos e duas gradagens. Utilizou-se sementes básicas da cultivar de trigo Tapejara, fornecidas pela Área de sementes do IAPAR.

Os tratamentos constituíram-se de diferentes lâminas de precipitação, simuladas através da aplicação de uma, duas ou três irrigações, em diferentes datas após a semeadura, conforme apresentado na Tabela 1. A aplicação de água nos diferentes tratamentos foi realizada através de mangueira acoplada a um crivo metálico com vazão conhecida.

O experimento foi conduzido utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi constituída de dez linhas com 3 m de comprimento, espaçadas de 20 cm e semeadas manualmente, com 80 sementes por metro, a uma profundidade média de 3 cm.

A umidade do solo, na profundidade de 0-5 cm, foi determinada através do método gravimétrico, em todas as parcelas, antes da semeadura e em intervalos diários durante os 8 dias subseqüentes. Determinações de stand foram realizadas aos 13 dias após a semeadura, através da contagem do número de plântulas existentes em 0,5 m das três linhas centrais. Altura de plantas também foi determinada aos 13 dias após a semeadura, através da medição da altura de cinco plantas tomadas ao acaso no centro de cada

parcela. Nesta data, aplicou-se uma lâmina adicional d'água de 30 mm em todos os tratamentos e, após 13 dias, reavaliou-se os mesmos parâmetros em todas as parcelas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições de temperatura, precipitação e evapotranspiração potencial, calculada pelo método de Penman (ETP), ocorridas durante o período anterior e posterior à semeadura da cultura, são apresentadas na Figura 1. O período experimental transcorreu sem interferência de precipitações, com temperaturas máximas e mínimas oscilando na faixa de 20-25°C e 7-18°C, respectivamente, e ETP variando entre 1,6 e 3,5 mm.dia<sup>-1</sup>. Esta variação é típica do clima da região, representando as condições médias durante a semeadura de trigo no norte do Paraná.

Tabela 1 - Tratamentos definidos de acordo com lâminas de precipitação, simuladas através de irrigações aplicadas imediatamente após a semeadura (t=0), 3 dias após a semeadura (t=3) e 6 dias após a semeadura (t=6), e lâmina total aplicada por tratamento.

Tratamentos	Lâminas por data após a semeadura (mm).			Lâmina total (mm)
	t=0	t=3	t=6	
0	-	-	-	0
10A	10	-	-	10
10B	10	-	10	20
10C	10	10	-	20
10D	10	10	10	30
20A	20	-	-	20
20B	20	-	20	40
20C	20	20	-	40
20D	20	20	20	60
30A	30	-	-	30
30B	30	-	30	60
30D	30	30	30	90
50A	50	-	-	50
50B	50	-	50	100
50D	50	50	50	150

Precipitações significativas ocorreram cerca de 45 dias antes da semeadura, possibilitando a realização do preparo do solo. O revolvimento do solo úmido pela aração e gradagens promoveu um rápido secamento da camada superficial, resultando, por ocasião da semeadura, valores de umidade do solo na profundidade de semeadura em torno de 15% (abaixo da umidade de ponto de murcha permanente), enquanto que o restante do perfil apresentava umidade próxima ao ponto de murcha permanente (PMP).

As variações da umidade e correspondentes tensões de água do solo resultantes dos efeitos das precipitações simuladas no período posterior à semeadura são apresentadas na Figura 2. Houve um

gradiente decrescente de umidade do solo à medida que diminuiu-se a lâmina aplicada, indicando maior disponibilidade hídrica nos tratamentos que receberam maiores precipitações. No tratamento não irrigado (0), o solo na camada 0-5 cm manteve-se com umidade abaixo do PMP durante todo o período monitorado. Para os tratamentos que receberam aplicação de água, a primeira determinação da umidade do solo a quatro horas após a irrigação efetuada na data da sementeira, revelou valores próximos ao nível de capacidade de campo (CC), exceto para os tratamentos com precipitação simulada de 10 mm (10A, 10B, 10C e 10D). Nestes tratamentos, a umidade máxima do solo atingiu valores em torno de 50% da água disponível (AD). A partir deste valor, decresceu bruscamente ao nível de PMP entre o primeiro e segundo dia após a irrigação e voltou a diminuir lentamente no período posterior. O rápido secamento da superfície do solo, ocorrido logo após a irrigação, foi também verificado nos demais tratamentos irrigados, evidenciando os efeitos do fluxo de transferência de água do solo para a atmosfera e a redistribuição da água aplicada ao longo do perfil.

Ainda em relação aos valores determinados de umidade do solo apresentados na Figura 2, constatou-se que nos tratamentos que receberam mais de uma aplicação de água (tratamentos com índices B, C e D), os ciclos de molhamento/secamento repetiram-se de maneira semelhante com a realização das irrigações subsequentes. Desta forma, os tratamentos que receberam maior número de irrigações foram submetidos a tensões menos elevadas durante um maior período do que os tratamentos que receberam menor número de irrigações, ou seja,  $D > C$  e  $B > A$ . No caso de duas aplicações de água, os tratamentos com índice C (10C e 20C) tiveram maior disponibilidade no período imediatamente após a sementeira, enquanto que nos com índice B (10B, 20B, 30B e 50B), o período de secamento se estendeu até aos seis dias após a sementeira, por ocasião da aplicação da segunda irrigação.

Os valores médios de stand e correspondentes taxas de emergência dos tratamentos são apresentados na Figura 3. Os tratamentos que receberam lâminas menores que 30 mm (0, 10A, 10B, 10C e 20A) e o tratamento 10D, que recebeu 30 mm parcelados em três aplicações, só apresentaram emergência após a aplicação da irrigação suplementar, realizada aos 26 dias após a sementeira. Dentre os tratamentos que apresentaram stand na fase inicial, com exceção do tratamento 20B, o pico de emergência ocorreu aos 5 dias após a sementeira. Nestes tratamentos as taxas de emergência foram maiores que 84%, exceto para o tratamento 20B que apresentou uma média inferior, porém ainda elevada (76%).

No tratamento 20B o pico de emergência ocorreu cerca de 10 dias após a sementeira (quatro dias após a segunda irrigação). Isto, provavelmente, foi devido ao período mais longo em que o solo esteve com baixa umidade, resultante da aplicação de duas irrigações de 20 mm, espaçadas de seis dias, conforme apresentado na Figura 2. A germinação pode ter sido iniciada logo após a sementeira, com a aplicação da primeira irrigação, porém o decréscimo da umidade do solo no período subsequente interrompeu o processo, impedido a efetivação da emergência. Com a segunda aplicação de água, aos seis dias após a

semeadura, o processo foi reiniciado, culminando na emergência das plântulas. A permanência no solo por um período mais longo provavelmente possibilitou a ocorrência de processos degenerativos da qualidade germinativa das sementes, o que resultou na menor taxa de emergência ocorrida no tratamento 20B em relação aos demais que apresentaram stand inicial.

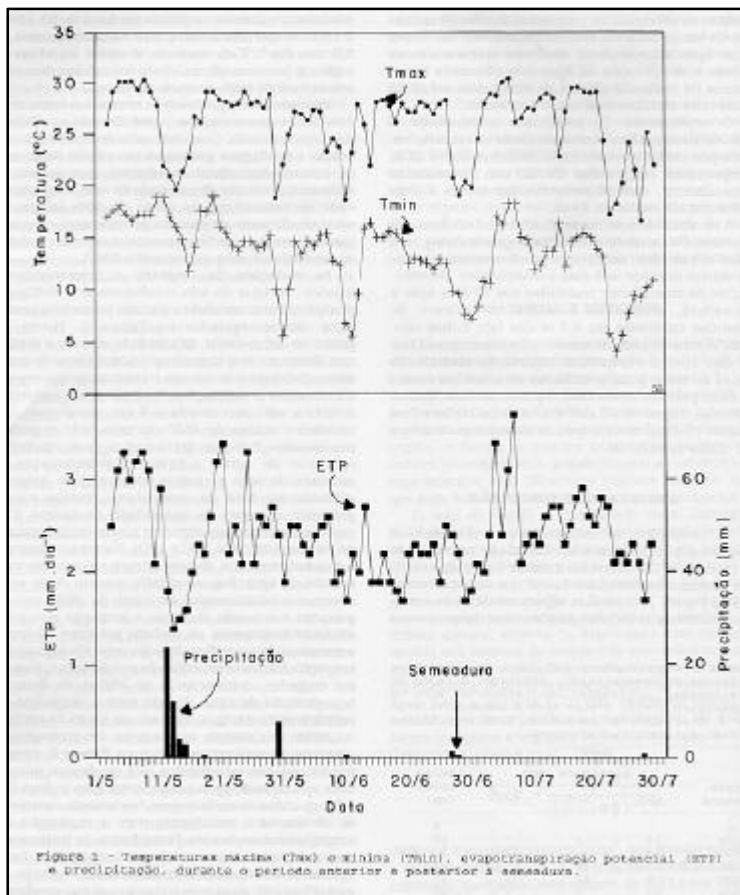


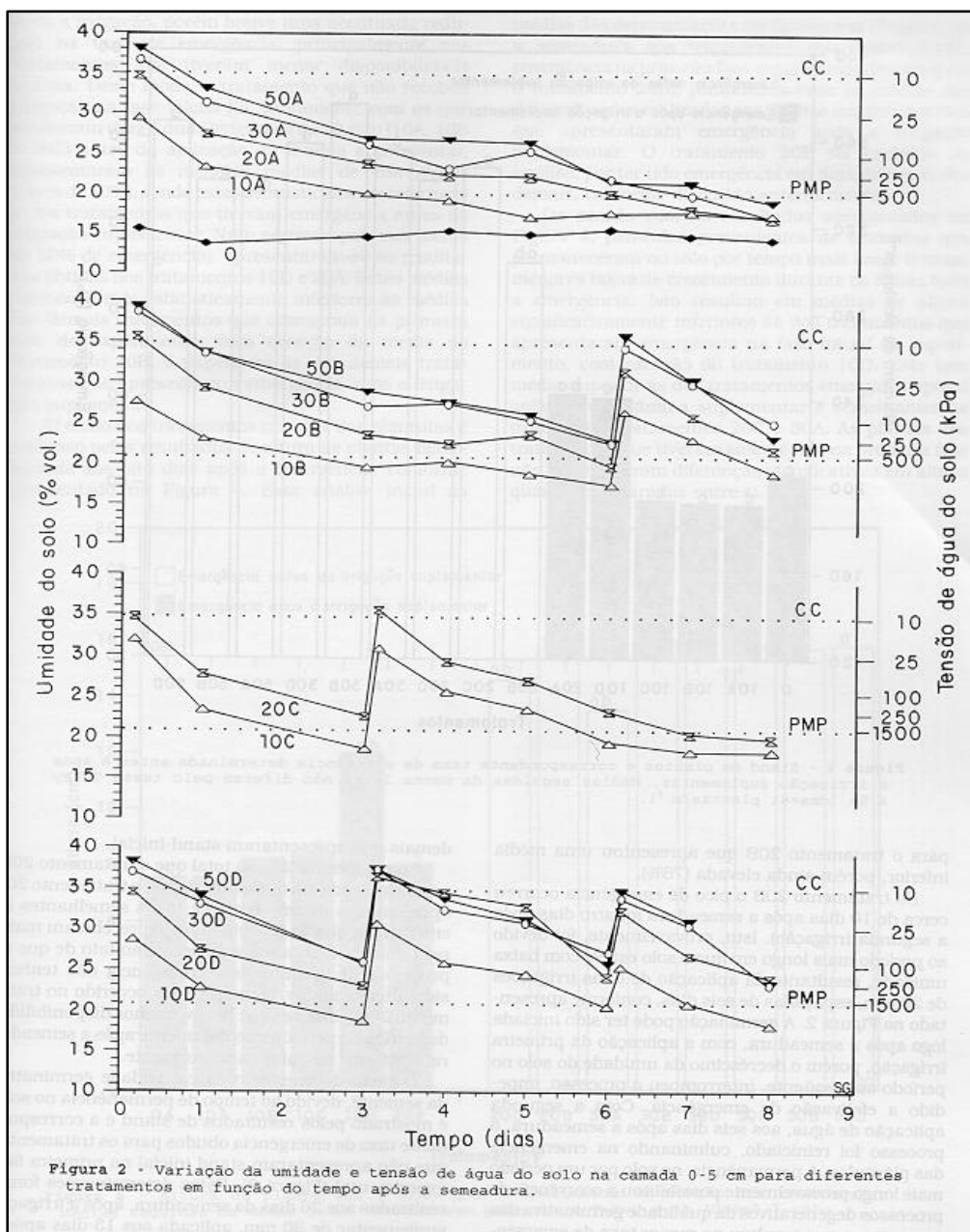
Figura 2 - Temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin), evapotranspiração potencial (ETP) e precipitação, durante o período anterior à posterior à sementeira.

Com a mesma lâmina total que o tratamento 20B, porém aplicada em diferentes datas, o tratamento 20C apresentou o mesmo tempo e taxas semelhantes de emergência que os tratamentos que receberam maiores lâminas. Isto talvez seja devido ao fato de que os processos de germinação e emergência não tenham sido interrompidos, como pode ter ocorrido no tratamento 20B, uma vez que houve melhor disponibilidade hídrica no período imediatamente após a sementeira, conforme discutido anteriormente.

O efeito degenerativo na capacidade germinativa da semente, devido ao tempo de permanência no solo, é mostrado pelos resultados de stand e a correspondente taxa de emergência obtidos para os tratamentos que não apresentaram stand inicial na primeira fase experimental (Figura 3). Estas determinações foram realizadas aos 26 dias da sementeira, após a irrigação suplementar de 30 mm, aplicada aos 13 dias após a sementeira. A emergência ocorreu aos cinco dias após a irrigação, porém houve uma acentuada redução na taxa de emergência, principalmente nos tratamentos que tiveram menor disponibilidade hídrica. Deste modo, o tratamento que não recebeu irrigação na fase inicial (0), juntamente

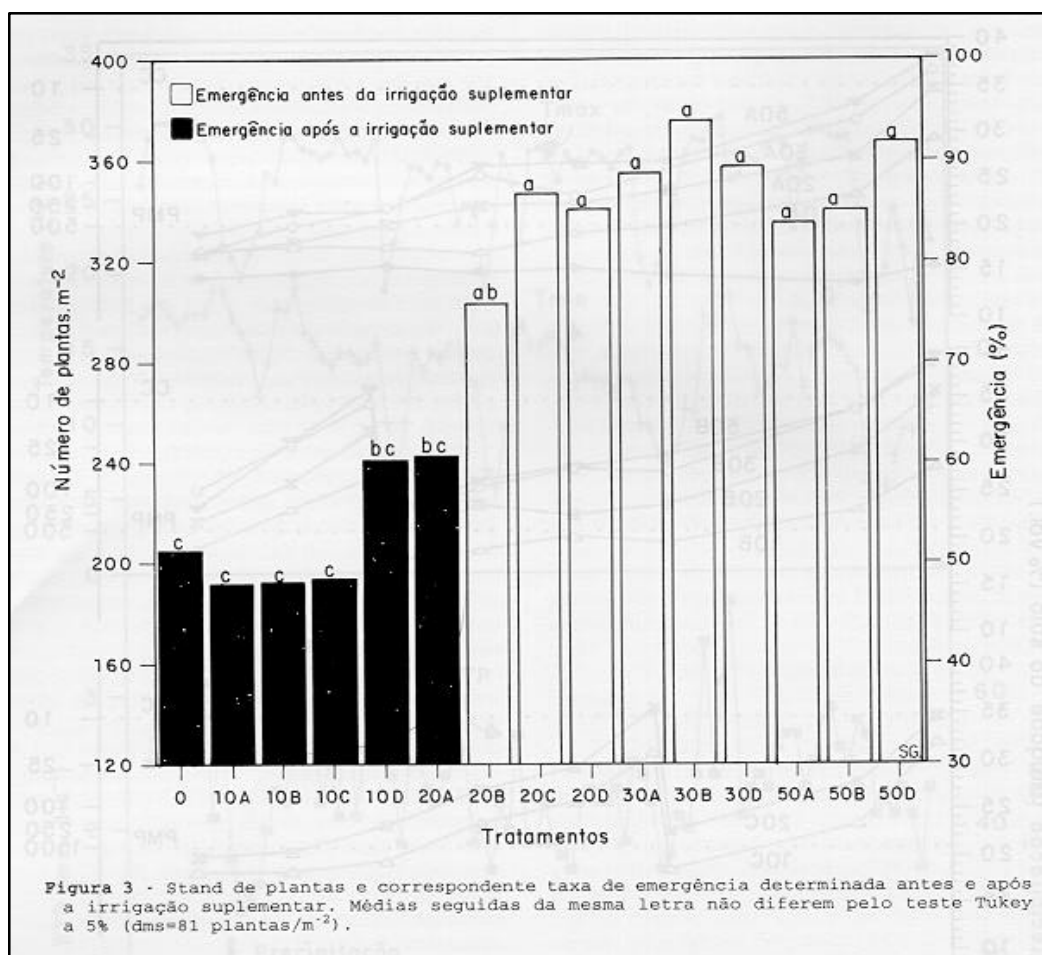
com os que receberam uma e duas irrigações de 10 mm (10A, 10B e 10C) antes da aplicação da lâmina suplementar, apresentaram as menores médias de emergência (cerca de 50%), sendo estas estatisticamente inferiores a dos tratamentos que tiveram emergência antes da irrigação suplementar. Num segundo patamar (cerca de 60% de emergência), apresentaram-se os resultados obtidos nos tratamentos 10D e 20A. Estas médias também foram estatisticamente inferiores às médias dos demais tratamentos que emergiram na primeira fase do experimento, com exceção da média do tratamento 20B, e superiores às dos demais tratamentos que apresentaram emergência após a irrigação suplementar.

O efeito dos tratamentos no vigor das plântulas é expresso pelos resultados de altura de plantas determinada aos oito dias após a emergência, conforme apresentado na Figura 4. Esta análise inclui as médias das determinações realizadas aos 13 dias após a semeadura nos tratamentos que apresentaram

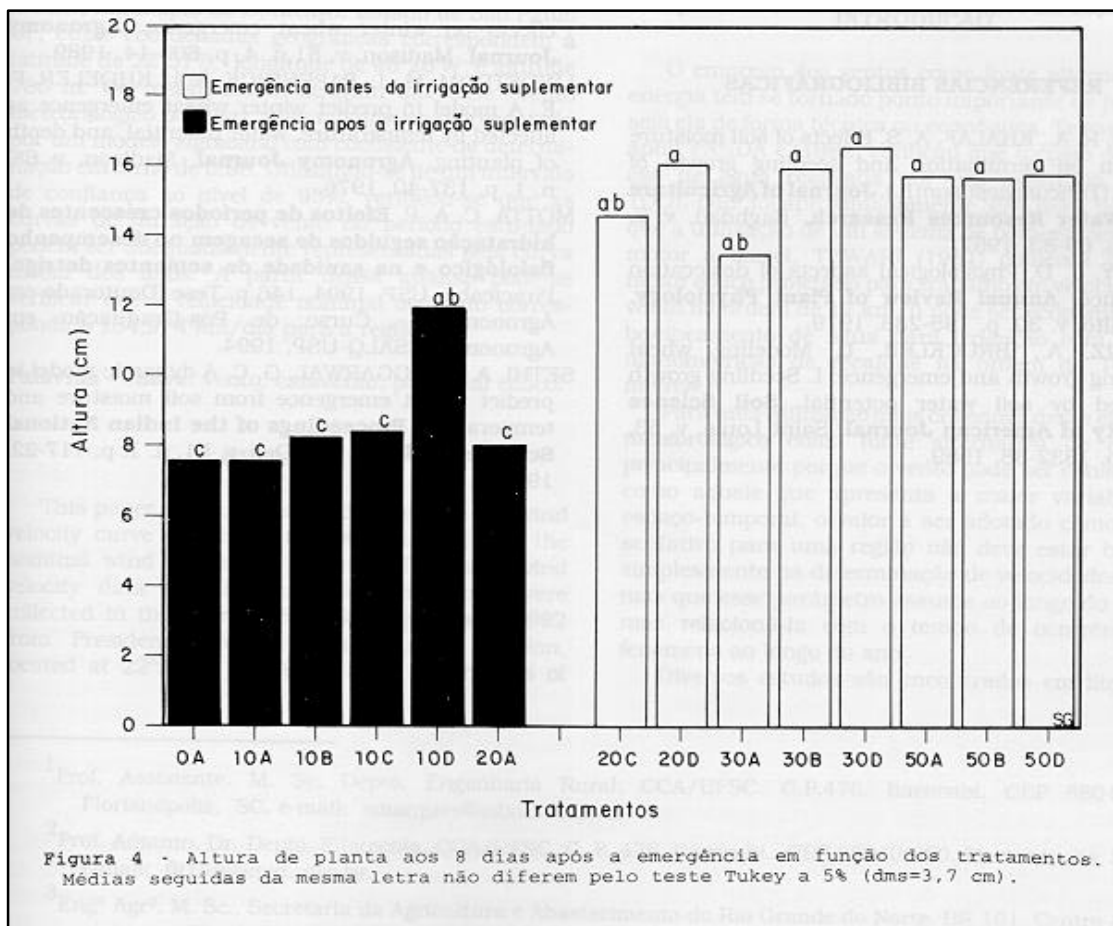




emergência na primeira fase experimental (exceto para o tratamento 20B), juntamente com as médias das determinações realizadas aos 26 dias nos tratamentos que apresentaram emergência após a irrigação suplementar. O tratamento 20B foi excluído da análise, por ter tido emergência em data diferente dos demais, conforme discutido anteriormente.



De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, plântulas provenientes de sementes que permaneceram no solo por tempo mais longo tiveram menores taxas de crescimento durante os 8 dias após a emergência. Isto resultou em médias de altura significativamente inferiores às dos tratamentos que apresentaram emergência na fase inicial do experimento, com exceção do tratamento 10D. Este teve média superior às dos tratamentos emergidos após a aplicação da lâmina suplementar e semelhantes às médias dos tratamentos 20C e 30A. As plantas dos tratamentos que tiveram emergência na primeira fase não apresentaram diferenças significativas em altura quando comparadas entre si.



## CONCLUSÕES

Precipitações insuficientes e mal distribuídas após a semeadura em solo seco acarretam atraso na emergência. O maior tempo de permanência da semente no solo resulta em perdas do poder germinativo das sementes e vigor das plântulas, tendo como efeitos decréscimos de stand de até 50% e menor altura inicial de plantas.

Stand inicial adequado é obtido com precipitações iguais ou maiores que 30 mm, ocorridas na data de semeadura, ou precipitações iguais ou maiores que 40 mm, distribuídas durante o período de 3 dias após a semeadura. Conseqüentemente, em condições de solo seco, o agricultor do norte do Paraná deve aguardar uma precipitação de pelo menos 30 mm para efetuar a semeadura de trigo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Técnico Agrícola José Carlos da Silva pela colaboração na condução dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, R. A., KHALAF, A. S. Effects of soil moisture tension on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Agriculture and Water Resources Research**. Baghdad, v. 6, n. 1, p. 69-83, 1987.
- BEWLEY, J. D. Physiological aspects of desiccation tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, v. 30, p. 195-238, 1979.
- BOWAZIZ, A., BRUCKLER, L. Modeling wheat seedling growth and emergence: I. Seedling growth affected by soil water potential. **Soil Science Society of American Journal**. Saint Louis, v. 53, n. 6, p. 1832-38, 1989.
- DE JONG, R., BEST, K. F. The effect of soil water potential, temperature and seeding depth on seedling emergence of wheat. **Canadian Journal of Soil Science**. Ottawa, v. 59, n. 3, p. 259-64, 1979.
- FARIA, R. T., MADRAMOOTOO, C. A., BOISVERT, J. et al. A comparison of the versatile soil moisture budget and SWACROP models in Brazil. **Canadian Agricultural Engineering**. Ottawa, v. 36, n. 2, p. 1-12, 1994.
- JORDAN, W. R. Whole plant response to water deficit. p. 289-317. In: H.M. Taylor, W.R. Jordan, T.R. Sinclair (eds.) **Limitations to efficient water use in crop production**, Madison, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1983. 538 p.
- HILLEL, D. Soil moisture and seed germination. p. 65-84. In: T. T. Kozlowsky (ed.) **Water deficit and plant growth**, v. 3, New York, Academic Press, 1972. 368 p.
- IAPAR. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Paraná - 1995**. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, 1995. 35 p. (Circular, 82).
- LAFOND, G. P., FOWLER, B. D. Soil temperature and water content, seeding depth, and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. **Agronomy Journal**. Madison, v. 81, n. 4, p. 609-14, 1989.
- LINDSTROM, M. J., PAPENDICK, R. I., KHOELER, F. E. A model to predict winter wheat emergence as affected by temperature, water potential, and depth of planting. **Agronomy Journal**. Madison, v. 68, n. 1, p. 137-40, 1976.
- MOTTA, C. A. P. **Efeitos de períodos crescentes de hidratação seguidos de secagem no desempenho fisiológico e na sanidade de sementes de trigo**. Piracicaba: USP, 1994. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, ESALQ-USP, 1994.
- SETHI, A. S., AGGARWAL, G. C. A dynamic model to predict wheat emergence from soil moisture and temperature. **Proceedings of the Indian National Science Academy**. New Delhi, v. 51, n. 1, p. 117-22,

1985.