

EFEITO DO FERTILIZANTE E DA UMIDADE DO SOLO NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E ESTABELECIMENTO DO TRIGO¹

GILBERTO ANTONIO P. BEVILAQUA², DIRCEU LUIZ BROCH,
JEAN CARLO POSSENTI³ e FRANCISCO AMARAL VILLELA⁴

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi investigar o efeito do posicionamento do fertilizante na sementeira, e do nível de umidade do solo, sobre a absorção de nutrientes e o estabelecimento de plântulas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Sementes de trigo, cv. BR-23, foram semeadas em duas condições de umidade do solo: 10 e 20% de umidade gravimétrica (Ug), em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente: junto à semente, 1,5 cm; 3,0 cm; 4,5 cm; 6,0 cm, e 7,5 cm ao lado e abaixo da semente. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em bandejas de plástico com 20 kg de solo Podzólico Vermelho-Amarelo. Foram avaliadas as seguintes variáveis: percentagem e velocidade de emergência, peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, condutividade elétrica do solo, e absorção de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Os resultados permitiram concluir que: a) a posição do fertilizante que menos afeta a emergência e a velocidade de emergência de plântulas é entre 6,3 e 7,4 cm ao lado e abaixo, no tocante a umidade gravimétrica de 20%, e 6,7 cm ao lado e abaixo no tocante a umidade de 10%; b) a umidade gravimétrica de 10% não afeta negativamente a percentagem de emergência, mas afeta a velocidade de emergência e o peso da matéria seca de raiz e parte aérea; c) o fertilizante colocado mais próximo da semente prejudica a percentagem e velocidade de emergência; d) a absorção de N, P e K é maior quanto mais próximo o fertilizante estiver da semente.

Termos para indexação: nitrogênio, fósforo, potássio, água, *Triticum aestivum*.

EFFECT OF FERTILIZER AND SOIL MOISTURE ON NUTRIENT UPTAKE AND WHEAT SEEDLING ESTABLISHMENT

ABSTRACT - The purpose of this study was to evaluate the effect of fertilizer placement and soil moisture on seedling establishment and nitrogen, phosphorus and potash uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.), cv. BR-23. Ten and 20% of soil gravimetric moisture and six fertilizer placements in relation to the seeds were used: nearby the seed; 1.5 cm; 3.0 cm; 4.5 cm; 6.0 cm and 7.5 cm beside and below the seed. The experiment was conducted in plastic trays in a greenhouse. The soil used was red-yellow podzolic. The following parameters were evaluated: emergence, percentage, emergence speed, dry matter weight of aerial parts and root system, electric conductivity of soil, and nitrogen, phosphorus and potash uptake by the seedlings. The results allowed to conclude that: a) the placement that gives the best results in terms of percentage and speed of emergence is 6.3 and 7.4 cm beside and below the seeds for 20% soil moisture, and 6.7 cm for 10% soil moisture; b) 10% gravimetric moisture does not affect the emergence percentage but affects the emergence speed and dry-matter of aerial parts, and roots; c) the fertilizer applied closer to the seeds decreases the emergence percentage and the emergence speed; d) N, P and K uptake are greater where the fertilizer is closer to the seeds.

Index terms: nitrogen, phosphorus, potash, water, *Triticum aestivum*.

INTRODUÇÃO

O aumento do rendimento das culturas em geral tem sido precedido do aumento dos níveis de adubação potássica e fosfatada, além do uso de outras práticas culturais. Entre outros fatores, a obtenção de um estande inicial adequado é fundamental para

¹ Aceito para publicação em 11 de setembro de 1996.

² Eng. Agr., Dr., Dep. de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL), Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

³ Eng. Agr., M.Sc., FAEM/UFPEL.

⁴ Eng. Agríc., Dr., Prof. Adj., Instituto de Física e Matemática/UFPEL.

a obtenção do máximo rendimento da lavoura (Toledo & Marcos Filho, 1977), pois falhas no estabelecimento da cultura frequentemente não são compensadas nas fases posteriores da cultura, ocasionando-se, assim, perdas na produção.

Problemas na germinação de sementes têm sido relacionados ao posicionamento inadequado do fertilizante em relação à semente, em diversas espécies, por causa do efeito salino causado por ele, e que pode ser agravado nas condições de déficit hídrico. A resistência ou tolerância à salinidade varia com a espécie e cultivar e com o estágio da planta (Barber, 1984). Plantas de cevada são mais sensíveis durante a fase de emergência e nos primeiros estádios de crescimento do que na fase do florescimento ou enchimento dos grãos (Donovan & Day, 1969).

Segundo Uhvits (1946), a presença de sais na germinação prejudica a absorção da água pela semente de cevada, e, conseqüentemente, impede o início do processo germinativo. Em trabalho conduzido por Zhnovskaya et al. (1972), citado por Aguiar (1979), constatou-se que o fertilizante colocado próximo ou junto à semente inibe a atividade de enzimas responsáveis pela conversão de substâncias de reserva em carboidratos solúveis durante a germinação de sementes de várias espécies.

Os compostos químicos usados como adubo têm potencial de salinização variáveis por causa da solubilidade e natureza química: o cloreto de potássio, por exemplo, tem um índice salino 1,93 por unidade de K, enquanto o do superfosfato triplo é de 0,21, por unidade de P (Osaki, 1991). Portanto, o efeito salino das diferentes formulações pode aumentar com a dose usada dos diferentes componentes, e com isso pode acarretar danos diferenciados na emergência das plântulas. Por outro lado, a posição do fertilizante em relação à semente é importante do ponto de vista nutricional, pois a plântula, no início do seu desenvolvimento, necessita, com grande rapidez, dos nutrientes, e estes devem estar próximos das raízes, diminuindo, com isso, perdas de nutrientes por percolação através do perfil do solo (Raij, 1985). A umidade do solo também afeta a absorção de nutrientes, principalmente dos elementos pouco móveis no solo, como no caso do K e P, como constataram MacKay & Barber (1985), no tocante ao K, pois o alto teor de umidade no solo aumenta a taxa de difusão do elemento e aumenta a sua absorção.

O possível dano que o fertilizante acarreta na semente se traduz mais intensamente no sistema radicular das plântulas. Para Silberbush & Barber (1985), plantas que apresentam alto potencial de produção possuem sistema radicular mais desenvolvido, e, conseqüentemente, absorvem mais P e K, o que demonstra a importância do sistema radicular para os cultivos.

O fertilizante colocado junto à semente pode prejudicar o desenvolvimento das plântulas. Assim, o posicionamento correto do fertilizante é aquele em que os nutrientes aplicados estejam próximos das raízes o suficiente para garantir a nutrição adequada das plântulas, mas sem prejudicar o estande inicial e o desenvolvimento da planta.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do teor de umidade do solo e da posição do fertilizante em relação à semente, por ocasião da semeadura, no desempenho das plântulas e na absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, pelas plântulas de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Pelotas, RS. As análises da parte aérea foram conduzidas no Laboratório de Análise de Solo, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Foram usadas sementes fiscalizadas de trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. BR-23, provenientes da Cooperativa Agrícola Mista Duovizinhense Ltda, de Dois Vizinhos, PR, que apresentavam 95% de poder germinativo.

O solo utilizado foi um Podzólico Vermelho-Amarelo (unidade Camaquã), com as seguintes características: argila, 24%; pH água, 4,7; pH SMP, 5,4; MO, 2,0%; P, 9,1 ppm; K, 137 ppm; Ca + Mg, 2,4 me/100 g e Na, 14 ppm. As unidades experimentais foram bandejas de plástico, com 20 kg de solo, onde foram colocadas 40 sementes. O trigo foi semeado em linha, e o fertilizante colocado por ocasião da semeadura. A dose de fertilizante utilizado foi equivalente a 300 kg/ha da fórmula 05-25-25.

Os tratamentos foram fatoriais resultantes da combinação de dois níveis de umidade gravimétrica do solo, e seis posições do fertilizante em relação à semente. Os níveis de umidade gravimétrica do solo foram 20% (próximo à capacidade de campo) e 10% (aproximadamente

metade da capacidade de campo). As posições do fertilizante em relação à semente foram: junto à semente; 1,5 cm; 3 cm; 4,5 cm; 6,0 cm e 7,5 cm, ao lado e abaixo das sementes.

As variáveis observadas foram: a) percentagem de emergência, obtida pela contagem de plântulas emergidas em cada bandeja, 28 dias após semeadura (DAS), e o resultado, expresso em percentagem; b) velocidade de emergência (IVE), conforme Maguire (1962), contando-se, diariamente, até o 21º dia, as plântulas emergidas em cada parcela; c) peso da matéria seca (PMS) da parte aérea, sendo, as plântulas, cortadas aos 35 DAS, colocadas em estufa a 60°C por três dias, e o resultado, expresso em g/vaso; d) PMS da raiz, sendo, as plântulas, arrancadas aos 35 DAS, o solo, lavado, as raízes, colocadas em estufa a 60°C por três dias, e o resultado, expresso em g/vaso; e) condutividade elétrica do solo, sendo coletada uma amostra de solo de 6 cm³ por bandeja, na linha de semeadura. A amostra foi saturada com água destilada, e extraiu-se a solução do solo com uma bomba a vácuo, conforme Tedesco et al. (1985), e mediu-se a condutividade elétrica no condutivímetro. O resultado foi expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens/cm); f) teores de N, P e K na parte aérea, pelo método descrito por Tedesco et al. (1985), e o resultado, expresso em percentagem na matéria seca e mg/plântula.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O efeito da umidade do solo foi analisado pelo teste de Duncan, e o da posição do fertilizante, por regressão polinomial. O parâmetro percentagem de emergência teve os dados transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentagem e velocidade de emergência

Não houve diferença significativa na percentagem de emergência das plântulas do trigo entre os dois níveis de umidade gravimétrica do solo, o que demonstra que o teor de umidade do solo, dentro da faixa estudada (10 a 20%), não afeta a emergência das plântulas, provavelmente por causa da disponibilidade de água suficiente para a semente iniciar os seus processos metabólicos (Tabela 1). A posição do fertilizante, no entanto, afetou significativamente a percentagem de emergência das plântulas, em ambos os teores de umidade do solo (Fig. 1). A percentagem de emergência aumentou com a distância

TABELA 1. Valores de emergência, velocidade de emergência (IVE), peso da matéria seca (PMS) das raízes e da parte aérea e teores de N, P, K em plântulas de trigo, cv. BR-23, com semeadura em duas umidades do solo (Ug) e seis posições do fertilizante em relação à semente. Pelotas, 1995¹.

Ug	Distância do fertilizante	Emergência	IVE	PMS da parte aérea	PMS das raízes	N	P	K
10	0	83	2,20	370	400	15,28	2,96	4,63
	1,5	84	3,35	540	790	21,06	3,56	6,91
	3,0	88	3,89	600	960	22,08	2,88	6,96
	4,5	89	4,12	530	990	18,81	2,39	5,80
	6,0	90	4,35	540	990	17,70	1,93	5,67
	7,5	92	4,51	470	999	15,32	1,58	5,03
	Média	90a	3,74b	508b	855b	18,38b	2,55b	5,83b
	20	0	82	4,26	1010	830	41,70	8,08
20	1,5	88	4,72	1260	970	49,14	8,32	16,31
	3,0	91	5,17	890	960	32,75	4,27	10,32
	4,5	92	5,19	890	1010	31,60	4,01	9,79
	6,0	93	5,37	780	1040	25,82	2,81	8,27
	7,5	93	5,52	780	1140	27,06	1,58	8,27
	Média	88a	5,04a	943a	991a	34,68a	4,85a	10,9a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

do fertilizante em relação à semente, principalmente de 0 a 3,0 cm, tendo, a emergência, aumentado de 83 para 88%, na umidade gravimétrica (U_g) de 10%, e de 82 para 92%, na U_g de 20%.

Em relação à U_g de 20%, a emergência aumentou até a distância de 6,3 cm, quando não se alterou mais. Entretanto, na U_g de 10%, a emergência aumentou linearmente até a posição 7,5 cm, o que pode indicar um efeito depreciativo do fertilizante na dose usada no trabalho. Estes dados discordam de Rajj (1985), que afirmou que, para a maioria das culturas, o adubo pode ser colocado a 5 cm ao lado e abaixo da semente.

O IVE foi menor com 10% de umidade do solo do que com 20%, em comparação com os dados numa mesma distância entre fertilizante e semente. A diferença foi acentuada com o fertilizante mais próximo da semente, e tendeu a diminuir com o aumento da distância, o que comprova o efeito depreciativo do fertilizante em baixa umidade do solo. Esta variável aumentou com a distância do fertilizante em relação à semente em toda a faixa estudada, mas com incrementos menores após a distância de 3,0 cm. Esse efeito foi mais significativo sob 10% de U_g (Fig. 2). Isto evidencia que a umidade do solo afeta principalmente a velocidade de emergência das plântulas, não afetando a percentagem de emergência na mesma proporção.

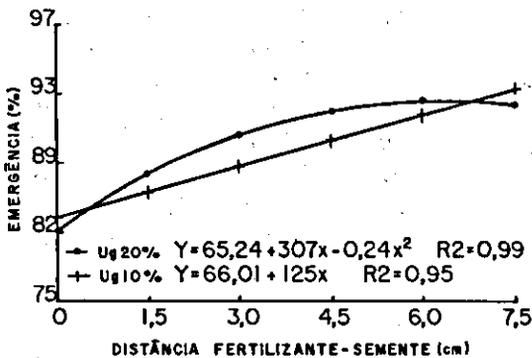


FIG. 1. Valores de emergência das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (U_g). Pelotas, 1995.

Matéria seca da parte aérea e do sistema radicular

Houve maior peso de matéria seca nas parcelas com umidade do solo mais alta, em todas as posições usadas, conforme se observa nas Figs. 3 e 4. Estes resultados confirmam dados de MacKay & Barber (1985), em que a menor quantidade de água no solo diminuiu a taxa de crescimento das raízes. O efeito da distância do fertilizante em relação à semente no peso de matéria seca foi maior sob alto teor de umidade do solo (U_g 20%) em comparação com o baixo teor de umidade (U_g 10%), pois houve maior decréscimo no PMS da parte aérea à medida que aumentou a distância.

Em umidade do solo de 20%, o PMS da parte aérea aumentou com a distância do fertilizante até 1,25 cm ao lado e abaixo da semente, e decresceu nas distâncias maiores, atingindo valores menores que com o fertilizante colocado junto à semente. Sob umidade do solo de 10%, o PMS da parte aérea aumentou até 4,2 cm, diminuindo posteriormente, mas sempre mantendo-se acima daquele com o fertilizante junto à semente (Fig. 3).

A matéria seca da raiz apresentou efeito linear na U_g de 20%, ou seja, houve um aumento dela à medida que o fertilizante foi colocado mais afastado da semente. Na U_g de 10%, o PMS da raiz apresentou efeito quadrático, aumentando até a posição 5,6 cm ao lado e abaixo da semente, apresentando pequena variação até 7,5 cm (Fig. 4).

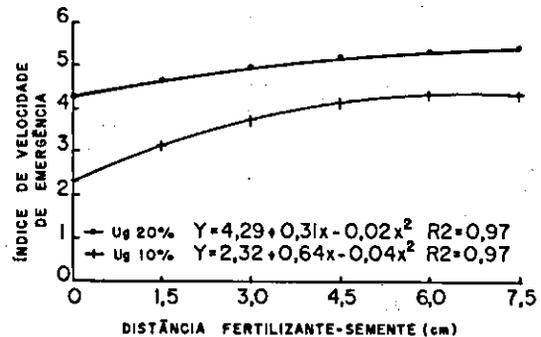


FIG. 2. Valores de velocidade de emergência (IVE) das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (U_g). Pelotas, 1995.

Condutividade elétrica do solo

A posição do fertilizante afetou significativamente a condutividade elétrica do solo, sendo que tanto na Ug de 20% quanto na de 10% houve um efeito quadrático dela (Fig. 5). A condutividade elétrica do solo foi mais alta quanto mais próximo o fertilizante esteve da semente, decrescendo até a posição de 5,4 e 5,9 cm ao lado e abaixo da semente, respectivamente para 20 e 10% de Ug, quando, então, apresentou pequena variação. A umidade não afetou significativamente a condutividade elétrica do solo, pois as Ug de 20 e 10% apresentaram condutividade de 0.82 e 0.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em média. Este resultado semelhante deve-se ao método adotado no trabalho, no

qual a solução do solo foi obtida por saturação, retirando-se os minerais existentes no solo de forma semelhante. Acredita-se, no entanto, que a condutividade foi bem maior nas parcelas com menor teor de umidade.

Absorção de nutrientes

Quanto à absorção de N, P e K, nota-se que houve um comportamento linear da posição do fertilizante sobre a sua absorção, ou seja, à medida que o fertilizante esteve mais distante da semente, houve menor absorção (Fig. 6, 7 e 8). Isto confirma informações de Raij (1985), que observou maior absorção de nutrientes pelas plantas à medida que o fertilizante foi colocado mais próximo da semente.

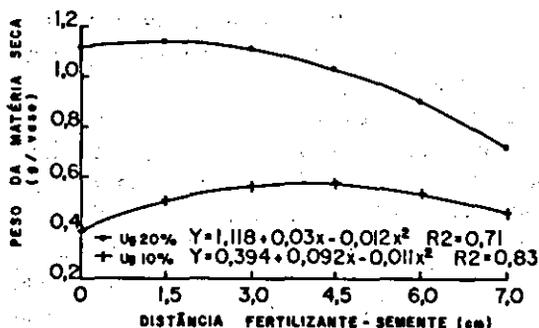


FIG. 3. Peso da matéria seca (PMS) da parte aérea das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

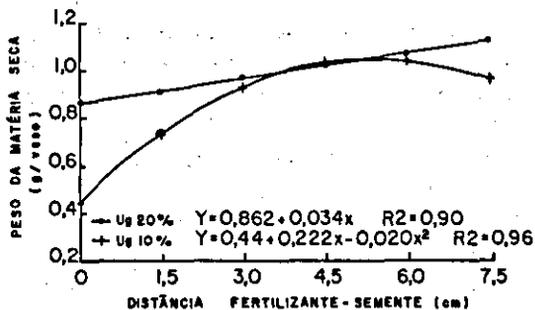


FIG. 4. Peso da matéria seca (PMS) das raízes das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

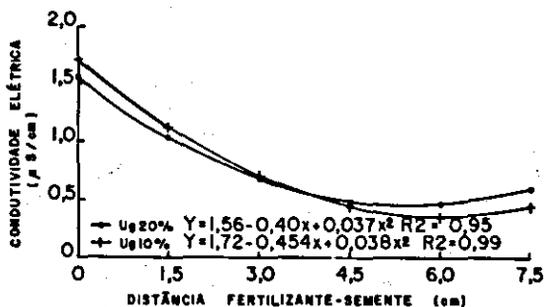


FIG. 5. Condutividade elétrica (CE) do solo em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

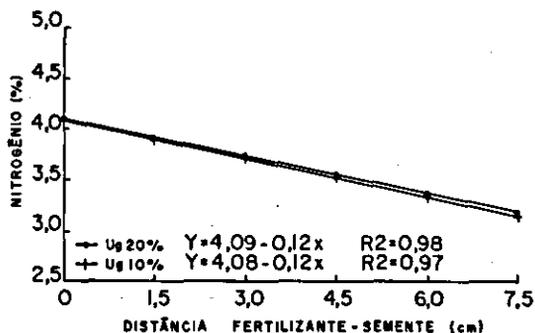


FIG. 6. Percentagem de nitrogênio na matéria seca das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

Observa-se, na Fig. 7, que a absorção do P foi a mais afetada pela posição do fertilizante em relação a N e K, confirmando resultados de outros autores (Barber, 1984; Rajj, 1985) cujos trabalhos evidenciaram a baixa mobilidade do P no solo. Embora, em quantidades menos significativas, a posição também afetou a absorção de K e N, porém de maneira menos acentuada, o que pode ser evidenciado pela menor variação existente. No entanto, quando se analisam conjuntamente o PMS da raiz e a absorção de nutrientes, verifica-se que não ocorreu maior absorção de nutrientes onde houve maior desenvolvimento de raízes. A maior absorção de nutrientes esteve mais ligada à disponibilidade de nutrientes a serem absorvidos, conforme afirmaram Kuchenbuch & Barber (1985), embora maior desenvolvimento de raízes pressuponha maior absorção.

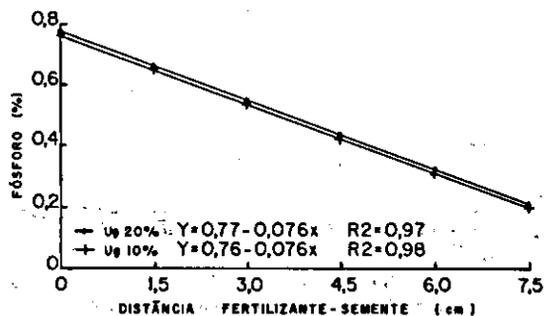


FIG. 7. Percentagem de fósforo na matéria seca das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

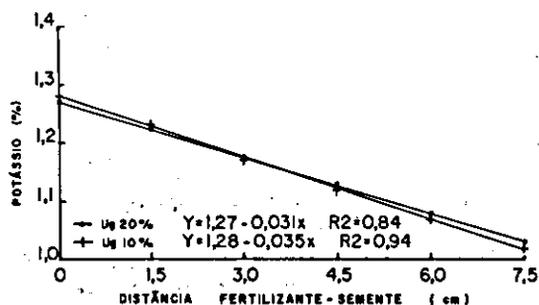


FIG. 8. Percentagem de potássio na matéria seca das plântulas do trigo, cv. BR-23, em seis diferentes posições do fertilizante em relação à semente e em dois níveis de umidade do solo (Ug). Pelotas, 1995.

A umidade do solo afetou a absorção de N, P e K, em termos de mg/plântula, nas condições deste trabalho (Tabela 1), sendo que na Ug de 20% foi maior que na Ug de 10%, o que concorda com MacKay & Barber (1985), segundo os quais, no alto teor de umidade no solo houve maior absorção de K, pelo aumento da taxa de difusão que o elemento apresenta. Neste aspecto, também verifica-se que a maior quantidade de umidade promoveu maior desenvolvimento das raízes, alcançando, em média, 855 mg/vaso na umidade do solo de 10%, e 991 mg/vaso na umidade do solo de 20%.

A percentagem e velocidade de emergência crescem à medida que aumenta a distância de colocação do fertilizante em relação à semente, tendendo a um patamar constante nas posições mais distantes. É possível que isto esteja associado à salinidade provocada pelo fertilizante, pois a condutividade elétrica medida na linha das plantas diminuiu com a distância de colocação do fertilizante.

Os dados sobre a absorção do P confirmam dados de Anghinoni & Barber (1980), em milho, Borkert & Barber (1985), em soja, e Yao & Barber (1986), em trigo, em que a aplicação localizada de P e próxima da raiz aumenta a absorção, nas três espécies. O P localizado a maiores distâncias das raízes e misturado ao solo fica dependendo da fixação no solo, por absorção ou precipitação. A maior absorção de P não está relacionada a um maior PMS da raiz neste trabalho, o que confirma dados de Borkert & Barber (1985), em soja, em que a maior absorção de P não esteve associada a maior crescimento em peso do sistema radicular, mas sim a um aumento da superfície radicular. É possível que neste trabalho tenha ocorrido concomitantemente um aumento de peso das raízes e da superfície das raízes de trigo.

Pode-se, então, dizer que a posição do fertilizante é capaz de ser estimada pelo possível dano que venha causar à percentagem e à velocidade de emergência; ou seja, o fertilizante deve localizar-se suficientemente distante para não causar danos à semente, à medida que a absorção é reduzida e proporcionalmente relacionada à distância do fertilizante em relação à semente. Quanto mais próximo o fertilizante estiver localizado em relação à semente, melhor será a sua absorção, e provavelmente menor

será a sua perda por fixação, no caso do P, e percolação através do perfil, no caso do N e do K, ou mesmo por erosão.

CONCLUSÕES

1. A posição que causa menos danos à percentagem e velocidade de emergência situa-se entre 6,3 e 7,4 cm ao lado e abaixo da semente, com vistas à umidade gravimétrica de 20%, e 6,7 cm, com vistas à umidade gravimétrica de 10%.

2. O teor de umidade gravimétrica de 10% não afeta negativamente a percentagem de emergência das plântulas, mas diminui a velocidade de emergência e o peso da matéria seca da raiz e da parte aérea.

3. O fertilizante colocado próximo da semente prejudica a percentagem e velocidade de emergência das plântulas de trigo.

4. A absorção de N, P e K aumenta à medida que diminui a distância entre o fertilizante e a semente.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P.A.A. Pré-tratamento de sementes de arroz como meio de superar o efeito da salinidade na germinação e vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.1, n.1, p.65-70, 1979.
- ANGHINONI, I.; BARBER, S.A. Phosphorus application rate and distribution in the soil and phosphorus uptake by corn. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.44, p.1041-1044, 1980.
- BARBER, S.A. *Soil nutrient bioavailability*. Nova York: J. Wiley & Sons, 1984. 398p.
- BORKERT, C.M.; BARBER, S.A. Soybean shoot and root growth and phosphorus concentration as affected by phosphorus placement. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.49, p.152-155, 1985.
- DONOVAN, T.J.; DAY, A.D. Some effects of high salinity on germination and emergence of barley. *Agronomy Journal*, Madison, v.61, p.236-238, 1969.
- KUCHENBUCH, R.O.; BARBER, S.A. Yearly variation of root distribution with depth in relation to nutrient uptake and corn yield. *Soil Science and Plant Analysis*, v.18, p.255-264, 1985.
- MACKEY, A.D.; BARBER, S.A. Soil moisture effect on potassium uptake by corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, p.524-527, 1985.
- MAGUIRE, J.D. Speed emergence index. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, p.176-187, 1962.
- OSAKI, F. *Calagem e adubação*. 2.ed. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503p.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 343p.
- SILBERBUSH, M.; BARBER, S.A. Root growth, nutrient uptake and yield of soybean cultivar grown in the field. *Soil Science and Plant Analysis*, v.16, p.119-127, 1985.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análise de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1985. 115p. (Boletim Técnico, 5).
- TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. *Manual de sementes; tecnologia e produção*. São Paulo: Ed. Ceres, 1977. 224p.
- UHVITS, R. Effect of osmotic pressure on water absorption and germination of alfalfa seeds. *American Journal of Botany*, v.33, p.278-285, 1946.
- YAO, J.; BARBER, S.A. Effect on phosphorus rate placed in different soil volumes on P uptake and growth of wheat. *Soil Science and Plant Analysis*, v.17, p.819-829, 1986.

