

RESPOSTA DIFERENCIAL DE GENÓTIPOS DE TRIGO EM RELAÇÃO A FÓSFORO NO SOLO¹

JOSÉ RENATO BEN² e ANTONIO ROQUE DECHEN³

RESUMO - A baixa disponibilidade de fósforo dos solos brasileiros, o custo elevado da adubação fosfatada e a condição de recurso natural não renovável e escasso desse nutriente motivaram o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético, na Embrapa-CNPT, visando à obtenção de genótipos com maior eficiência no aproveitamento do fósforo no solo. Os materiais foram obtidos por retrocruzamento das cultivares recorrentes BH 1146, Nobre, Tucunduva 2-78, IAS 55 e Londrina com a cultivar Toropi (fonte doadora) e selecionados em solo com deficiência de fósforo e com acidez elevada. Neste estudo foi avaliado o comportamento, em relação a fósforo, de genótipos oriundos desse programa, em condições de vasos, em ambiente de telado, utilizando solo pertencente à Unidade Passo Fundo (Latosolo Vermelho-Escuro, distrófico), na presença e na ausência da aplicação de 120 ppm de P_2O_5 . A avaliação dos tratamentos foi feita através da produção de matéria seca da parte aérea de plantas colhidas na floração, tendo como testemunhas as cultivares progenitoras. Os cruzamentos entre a cultivar Toropi, menos responsiva a fósforo, para a produção de matéria seca da parte aérea, com as cultivares BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78, mais responsivas, deram origem a genótipos com respostas intermediárias às dos progenitores. Os genótipos oriundos dos cruzamentos da cultivar Toropi com IAS 55 e Londrina, com respostas a fósforo semelhantes ou superiores a Toropi, tenderam a apresentar respostas a este nutriente superiores às dos progenitores.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, adubação fosfatada, melhoramento.

DIFFERENTIAL RESPONSE OF WHEAT GENOTYPES IN RELATION TO PHOSPHORUS IN THE SOIL

ABSTRACT - The low phosphorus availability of Brazilian soils, the high cost of fertilization and the condition of a natural resource not renewable motivated the development of a breeding program at Embrapa-CNPT, aiming at obtaining genotypes with efficiency in the use of soil phosphorus. Genotypes were obtained by backcrossing recurrent cultivars BH 1146, Nobre, Tucunduva 2-78, IAS 55, and Londrina with the cultivar Toropi and were selected in a high acid, phosphorus deficient soil. In this study the genotypes were evaluated in relation to phosphorus, in an environment provided with wire screening, in a Dark Red Latosol (Haplortox) of the Passo Fundo mapping unit, both in the presence and absence of 120 mg/kg of P_2O_5 . The evaluations were carried out based on the production of dry matter of above-ground parts of plants harvested at flowering stage. The controls were the parent materials. Crosses between the cultivar Toropi, less responsive to phosphorus, and cultivars BH 1146, Nobre, and Tucunduva 2-78, more responsive to phosphorus, originated genotypes with intermediate responses to phosphorus as compared to the parents. Genotypes from the crosses of the cultivar Toropi with cultivars IAS 55 and Londrina, which showed responses to phosphorus equal to or higher than Toropi, showed tendency to present higher responses to phosphorus than those observed for the parents.

Index terms: *Triticum aestivum*, phosphorus fertilization, plant breeding.

INTRODUÇÃO

A necessidade de adubação fosfatada nos solos das regiões aptas ao cultivo do trigo no Brasil e o elevado custo dessa prática, bem como a condição de recurso natural esgotável das fontes de fósforo, motivaram o desenvolvimento de pesquisas com a finalidade de obter genótipos de trigo com maior eficiência de aproveitamento do fósforo nativo do solo, ou adicionado como fertilizante.

¹ Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, USP/ESALQ.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

³ Eng. Agr., Dr., USP-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Caixa Postal 11, CEP 13400-000 Piracicaba, SP.

Resultados de pesquisa têm mostrado diferenças entre espécies quanto à tolerância a níveis baixos de fósforo (Milan et al., 19--), quanto à eficiência na absorção (Föhse et al., 1988) e na utilização desse nutriente (Milan et al., 19--) e quanto à resposta à adubação fosfatada (Ascher & Loneragan, 1967; Föhse et al., 1988).

Na cultura do trigo, diferenças entre genótipos, em relação a fósforo, são evidenciadas em resultados de pesquisa obtidos em solução nutritiva e em solo, sob condições de vasos e de campo. Salinas & Sanchez (1976) verificaram a superioridade das cultivares brasileiras, em relação às mexicanas, quanto à tolerância à toxicidade de alumínio e a níveis baixos de fósforo. Ben & Rosa (1983) observaram diferenças entre genótipos de trigo quanto à capacidade de desenvolvimento em solo deficiente em fósforo, à absorção total desse nutriente, à eficiência de utilização deste para a produção de matéria seca da parte aérea e à resposta à adubação fosfatada. Camargo (1984) observou diferenças entre genótipos de trigo relativas à eficiência de utilização e à resposta a fósforo. Römer et al. (1988) verificaram diferenças entre genótipos de trigo quanto à capacidade de adaptação à condição de deficiência de fósforo no meio de crescimento. Os materiais com melhor adaptação a esta condição apresentaram maior quantidade de fósforo total absorvido e maior comprimento de raízes, em relação àqueles com menor adaptação à condição de deficiência desse nutriente.

Neste trabalho, foi avaliado, em relação a fósforo no solo, o comportamento de genótipos de trigo provenientes do programa de melhoramento genético para maior eficiência no aproveitamento deste nutriente, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos, sob ambiente de telado, utilizando solo pertencente à Unidade de Mapeamento Passo Fundo (Latosolo Vermelho-Escuro, distrófico). Os genótipos de trigo estudados foram gerados no programa de melhoramento genético para maior eficiência no aproveitamento de fósforo, conduzido na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Avaliaram-se genótipos na geração F₆ obtidos por retrocruzamentos das cultivares BH 1146, Nobre, Tucunduva 2-78, IAS 55 e Londrina com a cultivar Toropi e selecionados em solo com limitação de fósforo e com acidez elevada. A cultivar Toropi foi utilizada como fonte melhoradora, com base em resultados obtidos por Ben & Rosa (1983). A genealogia das cultivares utilizadas nos cruzamentos pode ser visualizada na Tabela 1.

Os genótipos foram agrupados por cruzamento, tendo como testemunhas as cultivares progenitoras. Os materiais foram avaliados na presença e na ausência da aplicação de 120 ppm de P₂O₅. Os tratamentos foram arranjados no esquema fatorial, usando-se delineamento em blocos ao acaso, com três repetições.

A adubação fosfatada foi realizada antes da semeadura, juntamente com a adubação potássica, sob a forma de superfosfato triplo. Em todos os tratamentos foram aplicadas 100 ppm de K₂O e 30 ppm de N, sob a forma de cloreto de potássio e de uréia, respectivamente. O nitrogênio foi aplicado em solução, 1/3 da dose na semeadura e 2/3 no início do perfilhamento.

Em cada vaso, com capacidade para 6,5 kg de solo seco ao ar, foram colocadas para germinar 10 sementes de trigo, deixando-se seis plantas após o seu perfeito estabelecimento. A emergência das plantas ocorreu 10 dias após a semeadura.

O suprimento de água foi feito através de irrigação suplementar, quando necessário. Semanalmente, procedeu-se ao rodízio dos vasos nas mesas.

Os genótipos foram avaliados através do parâmetro produção de matéria seca da parte aérea das plantas colhi-

TABELA 1. Cruzamentos e anos de lançamento dos genótipos de trigo utilizados como progenitores.

Cultivar	Cruzamento	Ano de lançamento
Toropi	FRONTANA/QUADERNA A//PETIBLANCO 8	1965
Nobre	COLOTANA 824-51/YAKTANA 54//COLOTANA 296-52	1969
BH 1146	FRONTEIRA/MENTANA//PG 1	1955
Londrina	CRUZ ALTA/Y53//N10/BREVOR/3/Y50/4/KT 54B	1972
IAS 55	DESCONHECIDO	1971
Tucunduva 2-78	COLETADO NA REGIÃO DE TUCUNDUVA, EM 1978	

das no estágio de floração. Esse parâmetro, bem como o estágio de floração, foram escolhidos com base em resultados obtidos anteriormente (Ben, 1989). No solo, determinaram-se os valores de pH em água, de matéria orgânica, de fósforo e de potássio disponíveis, de alumínio e de cálcio + magnésio trocáveis e a necessidade de calcário, conforme Tedesco et al. (1985).

Os resultados de produção de matéria seca da parte aérea da planta foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Duncan, a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores relativos à análise do solo, obtidos na presença e ausência da aplicação de 120 ppm de P₂O₅, encontram-se na Tabela 2.

O teor de fósforo no solo (extrator de Mehlich), para a condição de deficiência desse nutriente, pode ser considerado como muito baixo para a classificação textural do solo utilizado neste estudo (Siqueira et al., 1987). Para a condição de suprimento de fósforo, o teor verificado no solo ficou próximo ao valor estabelecido para o nível crítico de 9,0 ppm.

Os valores de pH em água, de alumínio e de cálcio + magnésio trocáveis e da necessidade de calcário revelam a condição de acidez elevada do solo. Os dados analíticos mostram, ainda, bom suprimento de potássio e teor médio de matéria orgânica.

A produção de matéria seca da parte aérea da planta dos genótipos avaliados consta nas Tabelas 3 a 7.

A análise da variância dos resultados obtidos para o parâmetro matéria seca da parte aérea (MS) revelou efeito significativo, a 1% de probabilidade, para os tratamentos adubação fosfatada (DP) e genótipo (G) e para a interação DP x G, em todos os cruzamentos avaliados (Tabela 8). A significância

TABELA 2. Resultados analíticos do solo, em amostras coletadas após a colheita das plantas de trigo.

Tratamento (ppm de P ₂ O ₅)	pH H ₂ O	MO (%)	P ¹ —(ppm)—	K	Al —(meq/dL)—	Ca+Mg	NC (t/ha)
0	4,5	4,5	2,0	99	1,9	4,8	8,9
120	4,5	4,5	8,0	99	1,8	4,4	8,9

¹ Extrator de Mehlich.

TABELA 3. Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo provenientes do cruzamento BH*2/Tp, em resposta a P no solo

Genótipo	MS (g/vaso) ¹		MS (%) ²
	Sem P	Com P	
Toropi (Tp)	11,61 a	29,68 a	39
14925	5,31 b	19,93 b	27
14926	5,47 b	18,58 bc	29
14924	4,85 b	18,48 bc	26
14923	3,38 b	16,83 cd	20
14916	3,99 b	15,78 dce	25
14922	3,83 b	15,76 cde	24
14921	4,56 b	15,28 def	30
14919	4,05 b	15,13 def	27
14917	4,70 b	14,68 def	32
14918	4,64 b	14,54 def	32
14920	4,78 b	14,15 def	34
BH 1146 (BH)	2,85 b	14,10 def	20
14913	4,14 b	13,90 def	22
14914	2,80 b	12,93 ef	22
14915	3,84 b	12,09 f	32

¹ As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² % (Sem Px100) + Com P.

TABELA 4. Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo provenientes do cruzamento N*2/Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS (g/vaso) ¹		MS (%) ²
	Sem P	Com P	
Toropi (Tp)	8,36 a	26,08 a	32
Nobre (N)	4,09 b	20,16 b	20
14929	4,86 b	19,91 b	24
14930	5,10 b	17,89 b	26
14931	3,47 b	17,60 b	20
14935	3,55 b	14,87 c	24
14932	4,13 b	14,84 c	28
14933	4,86 b	14,13 c	34
14934	3,92 b	13,86 c	28

¹ As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² % (Sem Px100) + Com P.

TABELA 5. Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo provenientes do cruzamento Tuc*2/Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS (g/vaso) ¹		MS (%) ²
	Sem P	Com P	
Toropi (Tp)	9,55 a	27,87 a	34
14955	2,44 b	14,32 b	17
14956	1,81 b	11,47 bc	16
14957	2,70 b	11,35 bc	24
14953	2,09 b	10,71 bcd	20
Tucunduva 2-78 (Tuc)	0,83 b	7,95 cd	10
14954	2,24 b	7,27 d	31

¹ As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² % (Sem Px100) + Com P.

TABELA 6. Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo provenientes do cruzamento IAS 55*2/Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS (g/vaso) ¹		MS (%) ²
	Sem P	Com P	
Toropi (Tp)	9,55 a	27,86 a	33
14968	3,56 b	15,57 b	23
IAS 55	3,51 b	13,11 c	28
14968	2,64 b	12,24 c	22
14966	3,02 b	10,78 c	28

¹ As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² % (Sem Px100) + Com P.

para a interação DP x G mostra comportamento diferenciado, entre os genótipos estudados, em relação a fósforo no solo.

Os genótipos BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78 apresentaram respostas a fósforo mais acentuadas do que a da cultivar Toropi (Tabelas 3 a 5), concordando com resultados obtidos por Ben & Rosa (1983). Já as cultivares Londrina e IAS 55 tiveram, pela adição de fósforo ao solo, acréscimos menores ou equivalentes ao obtido na cultivar Toropi (Tabelas 6 e 7). A alta resposta dos genótipos de trigo a fósforo evidencia a condição de forte limitação desse nutriente no solo utilizado neste estudo.

TABELA 7. Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo provenientes do cruzamento LD*2/Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS (g/vaso) ¹		MS (%) ²
	Sem P	Com P	
Toropi (Tp)	8,30 a	25,30 a	33
14947	6,53 a	25,11 a	26
14945	3,87 bc	18,32 b	21
14950	4,50 bc	17,82 b	25
14941	2,60 c	17,39 b	15
14940	2,84 bc	17,10 b	17
14946	3,87 bc	17,02 b	23
14943	3,32 bc	16,28 bc	20
14944	3,24 bc	16,14 bc	20
14939	3,18 bc	16,11 bc	20
14942	4,43 bc	15,99 bc	28
14948	3,72 bc	15,10 bcd	25
Londrina (LD)	5,78 abc	12,97 cd	44
14949	4,90 abc	11,88 d	41

¹ As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² % (Sem Px100) + com P.

Os genótipos provenientes dos cruzamentos BH*2/Tp, N*2/Tp, Tuc*2/Tp, IAS 55*2/Tp e LD*2/Tp apresentaram valores de MS inferiores ao da cultivar Toropi (Tabelas 3 a 7). A redução no porte dos genótipos, em relação àquela cultivar, faz parte do propósito da seleção, a qual objetiva obter germoplasmas com características agrônomicas semelhantes às cultivares recorrentes, porém com o comportamento da Toropi, em relação a fósforo no solo.

Os genótipos oriundos do cruzamento BH*2/Tp, em solo com limitação de fósforo, apresentaram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à da cultivar Toropi e, em valores absolutos, iguais ou superiores à da cultivar BH 1146 (Tabela 3).

Quanto à resposta a fósforo, para os valores do parâmetro MS, os genótipos selecionados desse cruzamento tiveram incrementos intermediários aos observados pelos progenitores. A cultivar Toropi, na

TABELA 8. Resumo da análise de variância dos dados de produção de matéria seca da parte aérea de genótipos de trigo (G), oriundos dos cruzamentos BH*2/Tp, N*2/Tp, LD*2/Tp, Tuc*2/Tp e IAS 55*2/Tp, obtidos em resposta à adição de P ao solo (DP).

Fonte de variação	BH*2/Tp		N*2/Tp		LD*2/Tp		Tuc*2/Tp		IAS 55*2/Tp	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos	2	12,098*	2	8,90*	2	5,249 ns	2	0,962 ns	2	2,727 ns
DP	1	3282,553**	1	2281,110**	1	3528,101**	1	1027,819**	1	984,872**
G	15	54,248**	8	40,625**	13	35,304**	6	143,572**	4	142,136**
DPxG	15	8,949**	8	12,850**	13	14,847**	6	27,342**	4	25,439**
Resíduo	62	2,878	34	2,342	54	3,712	26	4,145	2	1,761
CV (%)	16,12		13,66		17,68		25,31		13,03	

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

condição de solo com limitação de fósforo, apresentou produção equivalente a 39% da registrada na condição de solo com suprimento desse nutriente (MS = 100%), enquanto a cultivar BH 1146 atingiu apenas 20%. Em solo com limitação de fósforo, os genótipos pertencentes ao cruzamento entre esses progenitores apresentaram produções, variáveis entre 20 e 34% da observada em solo com suprimento desse nutriente (Tabela 3).

Os genótipos procedentes do cruzamento N*2/Tp, em solo com limitação de fósforo, tiveram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à obtida com a cultivar Toropi e, em valores absolutos, inferiores e superiores à verificada para a cultivar Nobre (Tabela 4).

Em relação à resposta a fósforo, esses genótipos tenderam a apresentar respostas intermediárias às registradas com os progenitores, conforme observado para o cruzamento BH*2/Tp. Na condição de solo com deficiência de fósforo, a cultivar Toropi apresentou produção equivalente a 32% da obtida em solo com suprimento desse nutriente (MS = 100%), enquanto a cultivar Nobre atingiu apenas 20% da produção. Em solo com limitação de fósforo, os genótipos pertencentes ao cruzamento entre esses progenitores tiveram valores variáveis entre 20 e 34% do obtido em condição de suprimento desse nutriente (Tabela 4).

Os genótipos provenientes do cruzamento Tuc*2/Tp, em solo com limitação de fósforo, apresentaram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à encontrada na cultivar Toropi e, em valores absolutos, superiores à observada com a cultivar Tucunduva 2-78 (Tabela 5).

Quanto à resposta a fósforo, estes genótipos também tenderam a apresentar incrementos intermediários aos verificados com os progenitores. A cultivar Toropi teve produção, em solo com deficiência de fósforo, equivalente a 34% da obtida na condição de suprimento desse nutriente (MS = 100%), enquanto a cultivar Tucunduva 2-78 alcançou apenas 10% da produção. Os genótipos pertencentes ao cruzamento entre esses progenitores tiveram, na ausência da adubação fosfatada, produções variáveis entre 16 e 31% da obtida em solo com suprimento de fósforo (Tabela 5).

Os genótipos originados do cruzamento IAS 55*2/Tp, em solo com deficiência de fósforo, tiveram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à obtida com a cultivar Toropi e semelhantes à registrada com a cultivar IAS 55 (Tabela 6).

Em relação à resposta a fósforo, para o parâmetro MS, os genótipos desse cruzamento tenderam a apresentar incrementos superiores aos verificados com a cultivar Toropi e superiores ou iguais à cultivar IAS 55 (Tabela 6). É possível que esse fato seja devido à pequena diferença nas respostas dos progenitores.

Os genótipos procedentes do cruzamento LD*2/Tp, em solo com deficiência de fósforo, apresentaram produções de matéria seca da parte aérea, em sua maioria, inferiores à verificada com a cultivar Toropi e, em valores absolutos, iguais ou inferiores à observada com a cultivar Londrina (Tabela 7).

Quanto à resposta a fósforo, os genótipos desse cruzamento mostraram-se mais dependentes da presença desse nutriente no solo, quando comparados aos genótipos progenitores, concordando com o verificado para os genótipos oriundos do cruzamen-

to IAS 55*2/Tp. Deve-se ressaltar que as cultivares Londrina e IAS 55 têm características agrônômicas semelhantes. Nesse caso, a cultivar Toropi teve incremento na produção de matéria seca da parte aérea devido à adubação fosfatada superior ao da cultivar Londrina (Tabela 8).

Os genótipos oriundos de cruzamentos em que a cultivar melhoradora Toropi teve menor resposta a fósforo, em relação às verificadas para as cultivares recorrentes (BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78), pela adição desse nutriente ao solo, tiveram acréscimos na produção de matéria seca da parte aérea intermediários aos observados para os genótipos progenitores. Já para aqueles cruzamentos onde a cultivar Toropi apresentou resposta à adubação fosfatada semelhante ou maior do que a das cultivares recorrentes (IAS 55 e Londrina), os genótipos selecionados tenderam a apresentar acréscimos na produção de matéria seca da parte aérea superiores aos observados nos progenitores.

CONCLUSÕES

1. Os cruzamentos entre a cultivar Toropi, menos responsiva a fósforo, para a produção de matéria seca da parte aérea, com as cultivares BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78, mais responsivas, deram origem a genótipos com respostas intermediárias às observadas nos progenitores.

2. Os genótipos provenientes dos cruzamentos da cultivar Toropi com IAS 55 e Londrina, com respostas a fósforo semelhantes ou superiores a Toropi, tenderam a apresentar respostas superiores às verificadas para os progenitores.

REFERÊNCIAS

- ASHER, C.J.; LONERAGAN, J.F. Response of plants to phosphate concentration in solution culture. I. Growth and phosphorus content. *Soil Science*, Baltimore, v.103, n.4, p.225-233, 1967.
- BEN, J.R. Resposta diferencial de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) a fósforo no solo. Piracicaba: USP-ESALQ, 1989. 109p. Tese de Doutorado.
- BEN, J.R.; ROSA, O. de S. Comportamento de algumas cultivares de trigo em relação a fósforo no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.9, p.967-972, 1983.
- CAMARGO, C.E.O. Efeito de diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva e no solo no comportamento de cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, v.43, n.1, p.63-86, 1984.
- FÖHSE, D.; CLAASSEN, N.; JUNGK, A. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plants species. *Plant Soil*, The Hague, v.110, p.9, 1988.
- MILAN, P.A.; RITTER, W.; DALL'AGNOLL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes ao alumínio e eficientes na utilização de fósforo. II. Leguminosas hibernais. Lages: EMPASC-Estação Experimental de Lages, [19--]. 19p.
- RÖMER, W.; AUGUSTIN, J.; SCHILLING, G. The relationship between phosphate absorption and root length in nine wheat cultivars. *Plant and Soil*, The Hague, v.111, p.199-201, 1988.
- SALINAS, J.G.; SANCHEZ, P.A. Tolerance to aluminum toxicity and low available phosphorus. *Annual Report*, 1975, North Carolina. 1976. p.40-65.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, F.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A.; ERNANI, P.R. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1987. 100p.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1985. 188p. (UFRGS. Boletim técnico, 5).