

RESPOSTA DIFERENCIAL DE GENÓTIPOS DE TRIGO
(Triticum aestivum L.) A FÓSFORO NO SOLO

JOSÉ RENATO BEN
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. DR. ANTÔNIO ROQUE DECHEN

Tese apresentada a Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz" ,
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1989

RESPOSTA DIFERENCIAL DE GENÓTIPOS DE TRIGO
(Triticum aestivum L.) A FÓSFORO NO SOLO

JOSÉ RENATO BEN

COMISSÃO JULGADORA

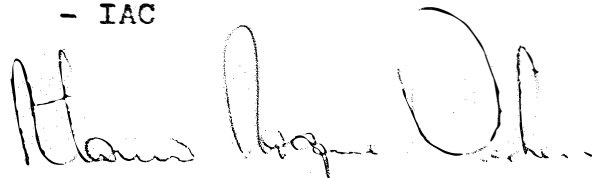
Prof.Dr. Henrique Paulo Haag - ESALQ/USP

Prof.Dr. Ronaldo Ivan Silveira- ESALQ/USP

Prof.Dr. Antonio Roque Dechen - ESALQ/USP

Dr. Itamar Soares de Melo - EMBRAPA

Drª Angela Cangiani Furlani - IAC



Prof.Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN
Orientador

À memória de meu pai, João Batista
A minha mãe, Adélia
Aos meus irmãos

D E D I C O

A minha esposa, Jussara
Aos meus filhos, Tayná,
Ângela e João Batista

O F E R E Ç O

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Roque Dechen, pela orientação na elaboração do trabalho de tese e pela dedicação e amizade demonstrada no decorrer do curso;

Ao Dr. Itamar Soares de Melo, pelas sugestões prestadas na redação deste trabalho;

A minha esposa Jussara, pela ajuda, estímulo e dedicação;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA);

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP);

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Comportamento diferencial de plantas em relação a eficiência na nutrição com fósforo.....	04
2.2. Eficiência na nutrição com fósforo.....	08
2.3. Fatores que influem na absorção de fósforo pelas plantas.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Determinação do estágio de desenvolvimento da planta para avaliação de genótipos de trigo..	19
3.2. Determinação de parâmetros da planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vaso.....	21
3.3. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos.....	23
3.4. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de campo.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Determinação do estágio de desenvolvimento da planta para a avaliação de genótipos de trigo	29

	Página
4.2. Determinação de parâmetros na planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos.....	30
4.2.1. Produção de matéria vegetal verde(MV), seca (MS) e P no tecido (PMS) da parte aérea da planta.....	31
4.2.2. Altura de plantas (AP).....	40
4.2.3. Número de afilhos (NE).....	43
4.2.4. Número de espigas (NE).....	46
4.2.5. Produção de matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR).....	49
4.2.6. Parâmetros para avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo.....	56
4.3. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo.....	63
4.3.1. Experimento desenvolvido em vasos.....	64
4.3.2. Experimento desenvolvido a campo.....	76
5. CONCLUSÕES.....	99
6. LITERATURA CITADA.....	101

RESPOSTA DIFERENCIAL DE GENÓTIPOS DE TRIGO
(Tritium aestivum L.) A FÓSFORO NO SOLO

Autor: JOSÉ RENATO BEN

Orientador: PROF. DR. ANTONIO ROQUE DECHEN

RESUMO

Com o objetivo de estudar a resposta diferencial a fósforo no solo de genótipos de trigo, provenientes de retrocruzamento das cultivares BH 1146, Nobre, Londrina, Tucunduva 2-78 e IAS 55 com a Toropi e selecionados em solo com limitação de fósforo e acidez elevada, foram conduzidos, em condições de vasos em casa de vegetação e de telado e em condições de campo, os seguintes experimentos: determinação do estágio de desenvolvimento da planta para a avaliação de genótipos de trigo; determinação de parâmetros da planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo, em condições de vasos; comportamento de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo, em condições de vasos; comportamento de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo, em condições de campo.

Os resultados obtidos evidenciaram que a avaliação de genótipos de trigo, com características de crescimento diferenciadas, deve ser realizada em estágio definido de desenvolvimento da planta. O parâmetro produção de maté-

ria seca da parte aérea, mostrou-se adequado para a avaliação de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo, em condições de vasos.

Foram verificadas diferenças entre os genótipos estudados quanto ao acúmulo de matéria seca e produção de grãos em solo com limitação de fósforo, nas respostas a adição deste nutriente ao solo, na absorção e na eficiência de utilização de fósforo para a produção de palha e para a produção de grãos. Os genótipos de trigo, provenientes de progenitores com comportamento diferenciado em relação a fósforo, para a produção de matéria seca da parte aérea, e selecionados em solo com limitação de fósforo e acidez elevada, apresentaram respostas a adubação fosfatada, intermediárias àquelas verificadas para os progenitores. Diferenças acentuadas no fósforo total absorvido ou na eficiência de utilização deste nutriente não foram expressivas em termos de economia de fósforo presente no solo ou adicionado como fertilizante. Em condições de limitação de fósforo no solo, os genótipos de trigo IAC 5-Maringá, Minuano 82, PF 84741 e PF 84731 apresentaram os maiores rendimentos de grãos, podendo os mesmos serem utilizados em programas futuros de melhoramento.

DIFFERENTIAL RESPONSE OF WHEAT GENOTYPES
(Triticum aestivum L.) TO PHOSPHORUS IN SOIL

Author: JOSÉ RENATO BEN
Adviser: Prof. Dr. ANTÔNIO ROQUE DECHEN

SUMMARY

The objective of this research was to study the differential response of wheat genotypes to phosphorus, derived from backcrosses of wheat varieties BH 1146, Nobre, LONDRINA, Tucunduva 2-78 and IAS 55 with "Toropi" and selected in a limited phosphorus and high acidity soil. The following trials were carried out under glass and screenhouse and field conditions: determination of the plant growth stage for evaluation of wheat genotypes; determination of plant parameters for the evaluation of wheat genotypes in relation to phosphorus in soil under pot conditions; differential response of wheat genotypes to phosphorus in soil under greenhouse and field conditions.

The results obtained showed that the evaluation of wheat genotypes with differentiated growth features must be carried out in a definitive growth stage. The parameter production of dry matter of the top, was adequate to evaluate wheat genotypes in relation to phosphorus in soil, under pot conditions.

Differences among the genotypes studied were verified for both dry matter and grain yields, in the soil with phosphorus limitation, in response to the application of the nutrient in the soil, in the absorption and in the efficiency of utilization of phosphorus. The wheat genotypes derived from progenitors with differentiated behaviour in relation to phosphorus represented intermediary responses to phosphorus application for top dry matter production in soil with limited phosphorus and increased acidity. Differences in the phosphorus content or in the efficiency ratio of the plants were not large, in terms of better use of phosphorus available in soil or from fertilizers. The wheat genotypes IAC 5-Maringá, Minuano 82, PF 84741 and PF 84731 presented the highest grain yields under limited phosphorus and can be used in future breeding programs and plant selection for high phosphorus efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros, nas regiões atualmente cultivadas com trigo e aquelas apropriadas à expansão desta cultura, em sua maioria, são ácidos e apresentam uma baixa disponibilidade de fósforo, sendo estes os principais fatores responsáveis pelo baixo potencial agrícola destes solos.

No Brasil, um esforço tem sido desenvolvido pelas instituições de pesquisa, que trabalham com trigo, com a finalidade de obter germoplasma tolerante à acidez do solo. Como consequência deste trabalho, dispõ-se para o cultivo de genótipos com um nível de tolerância significativamente maior ao observado para culturas como a soja, o milho, a cevada ou mesmo em relação a cultivares de trigo sensíveis à acidez do solo.

Em relação ao elemento fósforo, resultados de pesquisa e observações em lavouras evidenciaram a necessidade

da adubação fosfatada para o cultivo do trigo nestes solos (BARTZ et alii, 1975; BEN et alii, 1977; KOCHHANN et alii, 1982).

O custo elevado e a própria condição de recurso natural esgotável do fósforo indicam a necessidade de estudos, visando a maior eficiência de utilização deste insumo.

O aproveitamento eficiente, pelas plantas, de um determinado insumo, pode ser obtido através do uso adequado de um conjunto de medidas necessárias ao estabelecimento de uma agricultura racional e produtiva. Entre estas medidas, destacam-se: o manejo adequado do solo; a fertilização do solo de acordo com as exigências das plantas e o potencial do solo em fornecer nutrientes; a correção de fatores adversos às plantas (acidez); a utilização de cultivares produtivas e adaptadas ao meio ambiente; o plantio na época e densidade apropriada; o controle de pragas e doenças, quando necessário.

O uso eficiente de nutrientes, provenientes do solo ou dos fertilizantes, depende do emprego correto destas medidas e da eficiência das plantas em absorvê-los e utilizá-los nos seus processos metabólicos.

Resultados de pesquisa têm demonstrado a variabilidade entre espécies e cultivares quanto à eficiência de utilização de nutrientes, motivando o desenvolvimento de estudos com o objetivo de avaliar o comportamento diferencial entre genótipos de uma mesma espécie quanto à capacidade de absorver e utilizar nutrientes, identificar materiais promissores e desenvolver, através do melhoramento genético, cultivares com esta característica.

Na cultura do trigo, alguns resultados de pesquisa têm evidenciado diferenças entre genótipos quanto à capacidade de crescerem em condições de deficiência de fósforo, de absorverem e de utilizarem este nutriente e no tipo de resposta a fósforo (MAGALHÃES, 1979; BEN & ROSA, 1983; CAMARGO, 1984).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta diferencial a fósforo no solo de germoplasmas de trigo, selecionados em solo com limitação forte deste nutriente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Comportamento diferencial de plantas em relação à eficiência na nutrição com fósforo

Diferenças entre espécies, quanto a capacidade de tolerância a níveis baixos de P, quanto a eficiência na absorção e utilização deste nutriente nos processos metabólicos e quanto ao tipo de resposta a P, foram observadas por diversos autores (ASHER & LONERAGAN, 1967; BEN, 1983; MILAN et alii, s.d.

Entre genótipos de uma mesma espécie, também são registradas diferenças em relação a eficiência na nutrição com P. Na cultura do arroz este fato é evidenciado em trabalhos realizados por FAGERIA & BARBOSA FILHO (1981) e FURLANI et alii (1983). Na cultura do milho em trabalhos realizados por BAKER et alii (1970); PHILIPS et alii (1971a); BRUETSCH & ESTES (1976); SALINAS & SANCHEZ (1975); SCHENK & BARBER (1979); ELLIOTT & LAUCHLI (1985); FURLANI et alii (1985); CIARELLI (1989). Na cultura do sorgo em trabalhos

realizados por MARANVILLE et alii (1977); CLARK et alii (1978); FURLANI et alii (1984a e 1984b). Na cultura do feijoeiro em trabalhos realizados por WHITEAKER et alii (1976); LINDGREN et alii (1977); MIRANDA & LOBATO (1978); OLIVEIRA et alii (1987). Na cultura da soja em trabalhos realizados por HOWELL & BERNARD (1961); RAPER & BARBER (1970); VILELA & ANGHINONI (1984).

Na cultura do trigo, diferenças entre genótipos, em relação à eficiência em absorver e utilizar P, são evidenciadas em resultados de pesquisa obtidos em experimentos sob condições controladas, utilizando solo ou solução nutritiva, e em experimentos conduzidos a campo.

SALINAS & SANCHEZ (1975), em estudos realizados no Brasil em condições de solução nutritiva e a campo, verificaram a superioridade das cultivares de trigo brasileiras, em relação às mexicanas, quanto a capacidade de tolerância à toxidez do alumínio e a níveis baixos de P no meio de crescimento e ao tipo de resposta das mesmas a este nutriente.

MAGALHÃES (1979), em experimento em casa de vegetação, com diferentes níveis de P, observou uma maior capacidade de produzir matéria seca da parte aérea e grãos da cultivar de trigo IAC 5-Maringá em nível baixo de P, quando comparada à Sonora 63. Em condições de suficiência de P, a cultivar Sonora 63, apesar de apresentar uma menor produção de palha, tendeu a ter rendimentos de grãos superiores àquela cultivar. A absorção total de P (palha + grãos) foi maior na cultivar IAC 5-Maringá do que na Sonora 63 nos diferentes níveis de P no solo. Em relação à eficiência de utilização

de P para a produção de palha + grão, a cultivar IAC 5-Maringá mostrou-se mais eficiente em condições de baixo P e igualmente eficiente a Sonora 63 em condições de superimento deste nutriente. Para a produção de grãos, entretanto, as cultivares mostraram-se igualmente eficientes na utilização de P em condições de baixo teor deste nutriente. Em condições de superimento de P a cultivar Sonora 63 foi mais eficiente do que a IAC-Maringá.

MAGALHÃES et alii (1980), em experimento de campo, também verificaram a maior capacidade da cultivar IAC 5-Maringá, para produzir grão em condições de limitação de P no solo, quando comparada com a Sonora 63. Em relação a resposta à adição de P no solo, a cultivar IAC 5-Maringá necessitou, para se obter uma produção equivalente a 80 % do rendimento máximo, uma dose deste nutriente significativamente menor à exigida pela aquela cultivar.

BEN & ROSA (1983) observaram diferenças em genótipos de trigo, quanto à capacidade de desenvolverem-se em solo deficiente em P e sob condições de acidez, quanto ao aproveitamento do P nativo ou adicionado como adubo, quanto ao P acumulado na planta, quanto à eficiência de utilização de P para a produção de matéria seca e quanto à resposta à adubação fosfatada. Baseados nestes resultados, foi iniciado no CNPT-EMBRAPA um programa de melhoramento genético, utilizando a cultivar Toropi como fonte melhoradora para a característica de eficiência em absorver P em solos deficientes e em condições de acidez. O programa dispõe de genótipos, em condições de serem avaliados a campo (ROSA & BEN, 1986).

KOEHLER¹ verificou diferenças entre genótipos de trigo, em condições de campo, em relação a tolerância a baixa disponibilidade de P no solo. Segundo o autor, a fertilidade da espiga, para os genótipos tolerantes, foi menos afetada, em condições de estresse de P, do que o observado para os genótipos sensíveis. O conteúdo de P por semente, para cada genótipo, foi relativamente constante em ambas condições, deficiência e suprimento deste nutriente no solo.

CAMARGO (1984) avaliou o comportamento de genótipos de trigo, em relação a P, em solução nutritiva com diferentes níveis deste nutriente. Observou comportamento diferenciado em condições de baixo teor de P na solução entre os materiais avaliados quanto à capacidade de produção de matéria seca da parte aérea e raiz, P total absorvido, eficiência de utilização de P para a produção de matéria seca da parte aérea e resposta a níveis crescentes de P. O autor considerou a técnica de solução nutritiva como de utilidade para estudos do comportamento diferencial de genótipos de trigo em relação à eficiência na nutrição com P, classificando o material avaliado em genótipos eficientes, moderadamente eficientes e ineficientes, utilizando plantas com apenas 15 dias de cultivo.

ROMER et alii (1988), em experimento conduzido em vasos, utilizando areia como substrato, observaram diferenças entre genótipos de trigo, quanto à capacidade de adaptação à condição de deficiência de P no meio de crescimento. Os materiais com melhor adaptação a esta condição apresentavam uma maior quantidade de P total absorvido e um maior comprimento de raiz, em relação àqueles com menor adaptação.

¹ KOEHLER, T.J. (University of Idaho. Department of Plant, Soil and Entomological Sciences). Correspondência Pessoal, 1983.

2.2. Eficiência na nutrição com fósforo

Na obtenção de plantas com maior eficiência na utilização de nutrientes, deve-se ter em mente a sua capacidade em absorver nutrientes do solo e a sua eficiência no uso dos mesmos nos processos metabólicos.

A eficiência de utilização de P tem sido definida pela relação entre a produção e o P acumulado no tecido (produção/P total absorvido). Vários autores utilizaram este parâmetro para avaliar o comportamento diferencial, em relação a este nutriente, entre espécies ou genótipos de uma mesma espécie (LONERAGAN & ASHER, 1967; WHITEAKER et alii, 1976; BRUETSCH & EATES, 1976; FURLANI et alii, 1983 e 1985; BEN & ROSA, 1983; CAMARGO, 1984; ELLIOTT & LÄUCHLI, 1985).

SIDDIQI & GLASS (1981) são de opinião, entretanto que esta relação pode induzir a erros na avaliação da eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas. Segundo estes autores, se considerarmos o crescimento de plantas, em um determinado período de tempo, existem três possibilidades de os valores deste parâmetro superestimarem a eficiência de utilização de nutrientes: a- quando o aumento da biomassa for proporcionalmente maior que o acréscimo no acúmulo de nutrientes; b- quando ocorre a diminuição na biomassa devido, por exemplo, à queda de folhas (estas podem ter uma concentração maior de nutrientes do que o caule, hastes e raízes); c- quando ocorrem perdas de nutrientes pelas raízes, em condições de baixa concentração de nutrientes no meio de crescimento. Além disso, na comparação entre espécies ou cultivares, pode-se ter plantas com valores mais elevados para este parâmetro, porém com menor produção, enquan-

to que outras podem apresentar uma situação inversa. Em função destes motivos, os autores sugerem que a eficiência de utilização de nutriente seja avaliada através da relação entre a produção e a concentração do nutriente no tecido, o que corresponde à relação entre o quadrado da produção e o P total absorvido ($\text{produção}^2/\text{P total absorvido}$).

CLARK & BROWN (1974 e 1975) relatam como genótipos de milho eficientes na utilização de P, aqueles capazes de acumularem maiores concentrações no tecido, quando cultivados em meio de crescimento com um dado nível deste nutriente.

PHILLIPS et alii (1971a) observaram que a fração P inorgânico era a maior responsável pelas diferenças, entre híbridos de milho, em acumular P no tecido. ELLIOTT & LAUCHLI (1985) verificaram correlação negativa entre os valores obtidos para a eficiência de utilização de P, para produção de matéria seca da parte aérea de genótipos de milho ($\text{produção} \cdot \text{P}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$), e os verificados para a razão entre P inorgânico acumulado no tecido e P total absorvido, sugerindo que a eficiência de utilização de P é limitada pela partição entre P inorgânico e P orgânico. A capacidade da planta em acumular P no tecido, por si só, pode, deste modo, não ser adequada para explicar diferenças, entre genótipos, em relação a esta característica.

FOX (1978) definiu como eficientes na utilização de P, aqueles genótipos de milho capazes de produzir maior quantidade de matéria seca por unidade de tempo e área, quando cultivados em um meio de crescimento com P em nível inferior ao suficiente para a obtenção da produção máxima.

FURLANI et alii (1983 e 1985), estudando o comportamento de genótipos de arroz e de milho em relação a P, classificaram os mesmos em ineficientes, medianamente eficientes e eficientes, em função da sua capacidade para produzir matéria seca total da planta, quando cultivados em meio de crescimento com limitação no fornecimento de P.

FAGÉRIA & BARBOSA FILHO (1981) e OLIVEIRA et alii (1987), também estudando o comportamento de genótipos de arroz e de feijão, em relação a esta característica, utilizaram a capacidade da planta em produzir grãos, em solo com baixo teor de P, para separar os materiais em eficientes e ineficientes.

Os conceitos mencionados por estes autores podem envolver a eficiência das plantas em utilizar P nos processos metabólicos, como também, a sua capacidade em absorvê-lo no meio de crescimento. Em relação a este nutriente é possível que a capacidade das plantas em absorver P de solos com baixa disponibilidade, elevada capacidade de imobilização e baixo coeficiente de difusão, seja mais importante que a eficiência na sua utilização. As plantas cultivadas, em sua maioria, são eficientes na utilização de P nos processos metabólicos, porém são ineficientes em absorvê-lo em solos com limitação deste nutriente. Para satisfazer as necessidades das plantas são necessárias doses de P, nestes solos, significativamente mais elevadas daquelas exigidas pelas mesmas.

Na cultura do trigo, dados de diversos autores, reunidos por SIQUEIRA (1982 e 1989) mostram que para a produção de uma tonelada de grãos são extraídos em torno de 6,0 kg de P, dos quais aproximadamente 4,0 kg são contidos

no grão. CORDEIRO et alii (1979) relatam resultados semelhantes obtidos na cultura da soja.

Na identificação, avaliação e desenvolvimento de genótipos com maior eficiência na nutrição com P, os parâmetros relativos à absorção deste nutriente pelas raízes são muito importantes. Plantas com sistema radicular vigoroso, de crescimento rápido, com raízes finas e com pelos absorventes longos e abundantes, certamente apresentam uma maior eficiência em absorver P de solos com baixos teores de solução. Os solos brasileiros, em sua maioria, apresentam um baixo teor de P.

2.3. Fatores que influem na absorção de fósforo pelas plantas

Para que ocorra a absorção de nutrientes é necessário que os mesmos estejam em contato com as raízes e nas formas disponíveis pelas plantas. No caso do P, o seu deslocamento até as raízes se processa, em sua maior parte, por difusão (92 %). Apenas 5 % por fluxo de massa e 3 % por interceptação radicular (MIELNICZUK & ANGHINONI, s.d.).

O deslocamento de um nutriente no solo, por difusão, até a superfície das raízes, depende de uma série de propriedades físico-químicas do solo como a umidade, a densidade, a capacidade tampão, a concentração do nutriente, o efeito do íon acompanhante e o mecanismo de difusão em operação (BARBER, 1974). No caso do P, o processo da difusão no solo é sempre muito lento.

VASEY & BARBER (1963) encontraram valores, para o coeficiente de difusão (D_e) do íon $H_2PO_4^-$ no solo, entre

2,0 a $4,0 \cdot 10^{-11} \text{.cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; OLSEN & WATANABE (1963) obtiveram valores, para o D_e , variando entre 1,0 a $3,8 \cdot 10^{-9} \text{.cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; VALDIANATHAN & NYE (1968) encontraram um valor, para o D_e , igual a $9,8 \cdot 10^{-11} \text{.cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Este fato mostra a importância da eficiência do sistema radicular para que ocorra o contato das mesmas com o P no solo e, em consequência, a sua absorção, especialmente em solos com baixos teores deste nutriente nas formas absorvíveis pelas plantas.

Diferenças entre plantas de uma espécie ou espécies diferentes, quanto à eficiência em absorver P, estão relacionadas com as características fisiológicas e morfológicas das raízes.

No primeiro caso, estão relacionados os parâmetros relativos ao fluxo de entrada de P por unidade de superfície de raiz ou taxa de absorção de P, o qual podem ser descritos pela equação de MICHAELIS-MENTEN:

$$v = V_{\max} (C - C_{\min}) / K_m + C - C_{\min}$$

onde:

v = fluxo de entrada de P;

V_{\max} = valor máximo de v ;

C = concentração de P na solução;

C_{\min} = concentração mínima de P na solução para que ocorra a entrada de P nas raízes;

K_m = (constante de MICHAELIS-MENTEN) é a concentração de P na solução quando $v = 1/2 V_{\max}$.

O parâmetro V_{\max} permite avaliar a eficiência das raízes em absorver P em condições de suficiência deste

nutriente. Os parâmetros K_m e C_{min} permitem avaliar a eficiência das raízes em absorver P em condições de deficiência deste elemento na solução. Plantas com V_{max} alto e K_m e C_{min} baixos apresentam raízes eficientes na absorção de P.

Em relação às características morfológicas das raízes, são importantes, para que se tenham plantas com maior eficiência em absorver P, especialmente de solos deficientes neste nutriente, aquelas que contribuam para que ocorra o contato do P com as raízes. Entre elas destacam-se: a superfície das raízes, o comprimento, o raio, a densidade ou volume do sistema radicular, a densidade e comprimento dos pêlos absorventes.

Alguns autores têm desenvolvido estudos, utilizando parâmetros relativos as características morfológicas e fisiológicas das raízes, com a finalidade de avaliar o comportamento diferencial das plantas em relação à eficiência de absorção de P.

NIELSEN & BARBER (1978), estudando genótipos de milho em solução nutritiva, determinaram os parâmetros relativos ao comprimento de raiz e absorção de P, além do peso da matéria seca das raízes e da parte aérea. Os autores verificaram diferenças entre os genótipos avaliados em relação aos parâmetros morfológicos e fisiológicos das raízes. Os valores observados, para a velocidade máxima de absorção (V_{max}), apresentaram-se negativamente correlacionados com os valores relativos ao comprimento de raiz ($-0,62$), indicando que as raízes mais longas e finas (características desejáveis) absorvem P, por unidade de comprimento, mais lentamente (característica não desejável) do que as raízes mais grossas. Também foi verificado que os valores altos para o parâ-

metro V_{max} correspondiam a também valores altos para o K_m (características não desejável) ou vice-versa. Os dados encontrados para os parâmetros K_m e C_{min} não se mostraram relacionados com a produção de matéria seca da parte aérea, colhida aos 28, 38 e 51 dias de idade, de genótipos de milho cultivados em solo em condições de baixa disponibilidade de P. Em condições de suprimento deste nutriente no solo, os valores registrados para o parâmetro V_{max} mostraram uma possível relação com os teores de p no tecido. Os dados verificados para a produção de matéria seca da parte aérea da planta não apresentaram relação com os valores do parâmetro V_{max} .

SCHENK & BARBER (1979), em experimento com genótipos de milho em solução nutritiva, verificaram correlações positivas entre os valores do V_{max} e K_m ($r = 0,93$) e C_{min} ($r = 0,83$). Estes autores não observaram correlações definidas entre os valores do V_{max} , determinados em solução nutritiva, com os de produção de matéria seca da parte aérea e com os teores de P no tecido de genótipos de milho, cultivados em solo em condições de suprimento deste nutriente, em experimento conduzido em vasos. Em condições de solo deficiente em P, não foi verificada uma relação negativa entre a produção de matéria seca da parte aérea da planta e os valores dos parâmetros K_m e C_{min} , determinados em solução nutritiva.

BALIGAR & BARBER (1979) também observaram diferenças entre genótipos de milho, em relação às características morfológicas e fisiológicas das raízes. Os valores verificados para o parâmetro V_{max} relacionaram-se positivamente com os do K_m , concordando com o verificado por NIELSEN &

BARBER (1978) e SCHENK & BARBER (1979). Os genótipos de milho provenientes da Flórida, com V_{max} e K_m mais elevados, tiveram valores para o C_{min} mais altos daqueles verificados para o grupo de genótipos procedentes de Indiana, com menores valores para o V_{max} e K_m .

A maior eficiência na absorção de P da solução do solo é esperada por aquela planta que apresentar um maior comprimento de raiz por unidade de produção do sistema radicular ou da parte aérea, um maior V_{max} e menores K_m e C_{min} . Estes estudos, entretanto, mostraram uma correlação negativa entre o parâmetro V_{max} e o comprimento de raiz (NIELSEN & BARBER, 1978) e positiva entre o V_{max} e o C_{min} (NIELSEN & BARBER, 1978; BALIGAR & BARBER, 1979; SCHENK & BARBER, 1979). Este fato mostra que plantas eficientes em absorver P em condições de baixas concentrações (K_m e C_{min} baixos) podem ser ineficientes em absorver este nutriente em condições de suficiência de P ou vice-versa.

É possível que o comportamento diferencial em relação a P no solo, verificado em genótipos de uma mesma espécie ou espécies diferentes, seja explicado, em sua maior parte, pelos parâmetros morfológicos das raízes e, em menor parte, pelos parâmetros relativos à absorção de P.

PHILLIPS et alii (1971b) não observaram relação entre a capacidade de híbridos de milho em acumular P no tecido e os parâmetros cinéticos de absorção deste nutriente pelas raízes.

NIELSEN & BARBER (1978) verificaram uma relação positiva entre o parâmetro V_{max} e o teor de P no tecido de genótipos de milho apenas em solo com suprimento deste nutriente.

ELLIOTT & LAUCHLI (1985), em experimento em solução nutritiva, verificaram diferenças entre genótipos de milho, quanto à eficiência de utilização de P para produção de matéria seca da parte aérea, à qual se relacionava inversamente com a fração P inorgânica no tecido. Estes genótipos apresentaram comportamento semelhante em relação aos parâmetros cinéticos de absorção de P.

ROSAND & MARIANO (1985), estudando genótipos de cacau em solução nutritiva, observaram estreita associação entre absorção de P e extensão do sistema radicular expresso através da produção de matéria seca, área ou comprimento das raízes.

RÖMER et alii (1988) observaram uma relação estreita ($r = 0,88$) entre a absorção total de P e a intensidade de absorção deste nutriente por unidade de raiz e de tempo, apenas em condição de alto suprimento de P. Já, em condição de limitação deste elemento, foi verificado uma baixa correlação ($r = 0,23$) entre estas duas variáveis. Nesta condição, a absorção total de P mostrou-se melhor correlacionada ($r = 0,50$) com o comprimento de raiz. Estas variáveis, em condição de alto suprimento de P, apresentaram uma menor correlação ($r = 0,39$). Estes fatos evidenciam que a eficiência da raiz em absorver P é o fator preponderante em condição alto suprimento deste nutriente, enquanto que, em condição de baixo suprimento a superfície de raiz passa a assumir um papel mais relevante na absorção de P.

CIARELLI (1989), em experimento conduzido em condições de solução nutritiva, verificou maior produção de matéria seca e comprimento de raízes naqueles genótipos de milho considerados eficientes na absorção e utilização de P.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de estudar o comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, foram conduzidos, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-EMBRAPA, Passo Fundo, RS, em vasos, sob condições de casa de vegetação e telado e em condições de campo, os seguintes experimentos:

- 3.1. Determinação do estágio de desenvolvimento da planta para a avaliação de genótipos de trigo;
- 3.2. Determinação de parâmetros da planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos;
- 3.3. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos;
- 3.4. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de campo.

Utilizou-se solo pertencente à Unidade de Mapeamento Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico), cujas características químicas, determinadas em amostras coletadas antes da aplicação dos fertilizantes, conforme metodologia adotada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal, RS/SC (ROLAS), descrita por TEDESCO et alii (1985), podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas antes da instalação dos experimentos e em amostras coletadas no campo de seleção dos genótipos (CSG).

Experimento	pH H ₂ O	MO %	P* ppm	K	Al meq/100g	Ca+Mg	NC t/ha
3.1	4,4	3,6	2,5	50	2,7	2,0	10,6
3.2	4,7	5,0	3,0	45	3,6	2,3	10,6
3.3	4,8	5,2	2,8	42	2,1	3,5	8,9
2.4	4,7	4,1	6,5	66	2,7	2,1	10,6
CSG	4,6	3,4	2,5	60	4,0	1,2	12,0

* = Extrator de Mehlich.

O solo, para os experimentos conduzidos em vasos, foi retirado na profundidade de 0 a 20 cm, em local sob condições de pastagem natural. O mesmo foi seco ao ar, homogeneizado e tamizado em peneira cinco milímetros. Cada vaso recebeu 6,5 kg de terra seca ao ar. O experimento de campo foi realizado em solo cultivado com soja há alguns anos. A

rea não havia sido cultivada com trigo há pelo menos três anos.

3.1. Determinação do estágio de desenvolvimento da planta para avaliação de genótipos de trigo

O experimento foi realizado sob condições de casa de vegetação, utilizando-se os genótipos de trigo Toropi, BH 1146 e CNT 1. A cultivar Toropi foi escolhida por apresentar, ciclo longo, boa capacidade de desenvolver-se em solo deficiente em P e por ser usada como fonte melhoradora para obtenção de genótipos com maior eficiência na nutrição com P em programa de melhoramento desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. As cultivares BH 1146 e CNT 1, foram escolhidas por apresentarem ciclo precoce e encontrarem-se em cultivo no Brasil.

Avaliaram-se os genótipos Toropi, BH 1146 e CNT 1 em três épocas de colheita: aos 30 dias após a emergência (E_1), na floração (E_2) e na maturação (E_3). O período de cultivo, referente às épocas E_2 e E_3 , foi variável em função do ciclo de cada cultivar. Os tratamentos foram arranjados em blocos ao acaso, com três repetições.

O solo recebeu uma adubação equivalente à aplicação de 30 ppm de N, 60 ppm P_2O_5 e 50 ppm de K_2O , sob a forma de uréia, de superfosfato triplo e de cloreto de potássio, respectivamente. Os fertilizantes foram misturados ao solo antes da semeadura.

Em cada vaso, foram colocadas para germinar 10 sementes de trigo, deixando-se seis plantas, após o perfeito estabelecimento das mesmas. A emergência das plantas

ocorreu oito dias após a semeadura.

A irrigação das plantas foi feita, colocando-se água o suficiente para proporcionar ao solo uma umidade equivalente a 80% da capacidade de campo. Fez-se o controle da mesma através de pesagens de alguns vasos ao acaso. Aos 30 dias após a emergência das plantas e a cada 10 dias até a colheita, com a finalidade de uniformizar a umidade do solo em todos os tratamentos, colocaram-se os vasos com fundo perfurado em bandejas contendo água até o umedecimento total do solo quando, então, a água era retirada.

Semanalmente era feito o rodízio dos vasos visando minimizar as variações do ambiente.

Com a finalidade de evitar uma possível incidência de doenças, fez-se uma aplicação de fungicida por ocasião do florescimento das plantas do tratamento correspondente a época de colheita E_3 , conforme critérios recomendados pela Comissão Sulbrasileira de Trigo.

Nas épocas E_1 e E_2 determinaram-se na planta a produção de matéria seca da parte aérea, matéria seca e comprimento de raiz. A matéria seca da parte aérea e raiz foram obtidas, secando-as em estufas a 60°C , até peso constante. O comprimento de raiz foi determinado pelo método da intersecção de raízes, conforme TENNANT (1975). Na época E_3 , fez-se apenas a determinação de palha + grãos.

No solo, determinaram-se em amostras coletadas antes da adubação e após a colheita, os valores de: pH em água, matéria orgânica, fósforo e potássio disponíveis, alumínio e cálcio + mgnésio trocáveis e necessidade de cálcio, conforme metodologia utilizada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal, RS/SC (ROLAS), descrita por TEDESCO et alii (1985).

Os resultados de produção de matéria seca da parte aérea da planta foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

3.2. Determinação de parâmetros na planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos

O experimento foi conduzido em ambiente da casa de vegetação e de telado, utilizando-se os genótipos de trigo Toropi, IAC 5-Maringá e BH 1146. Neste experimento, preferiu-se a cultivar IAC 5-Maringá à CNT 1, devido ser aquela cultivar mais cultivada do que a CNT 1 no Brasil.

Os genótipos foram estudados em condições de casa de vegetação e receberam seis doses de P_2O_5 : 0, 30, 60, 120, 240 e 480 ppm e dois níveis de calagem: 0 e 1 SMP (1 SMP para elevar o solo a pH 6,0 = a 10,6 t/ha de calcário). Em ambiente de telado, repetiu-se o experimento utilizando-se, porém, quatro doses de P_2O_5 : 0, 30, 60 e 120 ppm. Os tratamentos foram arranjados em blocos ao acaso com três repetições.

A correção da acidez do solo, para o nível equivalente a 1 SMP, foi feita misturando-se ao solo, calcário dolomítico finamente moído, com PRNT corrigido para 100 %, e incubando-se por um período de três meses. A adição das doses de P foi realizada 20 dias antes da semeadura, juntamente com a adubação potássica, sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Em todos

os tratamentos foram aplicados 75 ppm de K_2O e 30 ppm de N. O nitrogênio foi aplicado sob a forma de uréia em solução, em duas parcelas. Uma, correspondente a 1/3 da dose, foi realizada imediatamente após a semeadura e o restante no início do perfilhamento.

Em cada vaso foram colocadas para germinar 10 sementes de trigo, deixando-se seis plantas, após o perfeito estabelecimento das mesmas. A emergência das plantas ocorreu oito dias após a semeadura.

O suprimento de água para as plantas, no experimento conduzido em casa de vegetação, foi realizado, adotando-se o mesmo procedimento utilizado no experimento 3.1. No experimento conduzido sob condições de telado, o suprimento de água era feito através de irrigação suplementar, quando necessária.

Semanalmente era feito o rodízio dos vasos, com a finalidade de minimizar possíveis variações do ambiente.

Durante o período em que os genótipos permaneceram em cultivo, fizeram-se duas aplicações de fungicidas, visando o controle de oídio e ferrugem, conforme critérios recomendados pela Comissão Sulbrasileira de Trigo.

Procedeu-se a colheita das plantas quando as mesmas, no tratamento com suprimento de P, encontravam-se no estágio de floração, o qual ocorreu, em condições de casa de vegetação, aos 63 dias após a emergência para o genótipo BH 1146, aos 67 dias para a IAC 5-Maringá e aos 80 dias para a Toropi. Sob condições de telado os genótipos tiveram, em média, o ciclo aumentado em oito dias.

Determinaram-se na planta: a produção de maté

ria verde, a produção de matéria seca, a 60°C, da parte aérea, a altura de planta, o número de afilhos e de espigas, a produção de matéria seca e comprimento de raiz e o teor de P no tecido da parte aérea. O comprimento de raiz foi estimado pelo método da intersecção de raízes, conforme TENNANT (1975). O P no tecido da parte aérea foi extraído por via úmida, conforme TEDESCO et alii (1985) e determinado pelo método Vanadato e Molibdato de Amônia.

No solo, determinaram-se: os valores de pH em água, matéria orgânica, fósforo e potássio disponíveis, alumínio e cálcio + magnésio trocáveis e necessidade de calcário, em amostras coletadas antes da aplicação dos fertilizantes e de todos os tratamentos, coletadas após a colheita, conforme metodologia adotada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal, RS/SC (ROLAS), descrita por TEDESCO et alii (1985).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, usando-se para a comparação de médias o teste de Duncan, a 5 % de probabilidade. Determinaram-se coeficientes de correlações entre os parâmetros da planta e entre estes e as doses e teores de P no solo.

3.3. Comportamento de genótipos de trigo em relação à P no solo, em condições de vasos

O experimento foi desenvolvido em vasos, sob ambiente de telado. Os genótipos avaliados foram selecionados em solo deficiente em P e com acidez elevada (Tabela 1). Os mesmos originaram-se de retrocruzamento das cultivares

BH 1146, Nobre, Londrina, Tucunduva 2-78 e IAS 55 com a Toro pi. As plantas de populações F_3 foram selecionadas a campo, em solo com baixa disponibilidade de P e acidez elevada. As melhores plantas eram selecionadas e, ao mesmo tempo, utilizadas para realizar novos cruzamentos. Estas plantas, após sofrerem seleção de grãos, eram cultivadas no verão, em vasos, sob ambiente de telado, visando o avanço de geração e aumentar a homozigose.

Os materiais, após três seleções nestas condições de solo, foram avaliados para P em condições de deficiência e suprimento deste nutriente, em experimento conduzido em vasos, em ambiente de telado, e em experimento conduzido a campo.

Avaliou-se o material na presença e ausência da aplicação de 120 ppm de P_2O_5 , tendo-se como testemunhas os genótipos progenitores. Os tratamentos foram arranjados em blocos ao acaso com três repetições.

A adição das doses de P_2O_5 ao solo foi feita, antes da semeadura, juntamente com a adubação potássica, sob a forma de superfosfato triplo. Em todos os tratamentos foram aplicados 100 ppm de K_2O e 30 ppm de N, sob a forma de cloreto de potássio e uréia, respectivamente. O nitrogênio foi aplicado em solução, 1/3 da dose na semeadura e 2/3 no início do perfilhamento.

Em cada vaso foram colocados para germinar 10 sementes de trigo, deixando-se seis plantas após o perfeito estabelecimento das mesmas. A emergência das plantas ocorreu 10 dias após a semeadura.

O suprimento de água foi feito através da irrigação suplementar, quando necessária.

Semanalmente, procedia-se o rodízio dos vasos com a finalidade de evitar possíveis variações do ambiente.

Durante o período em que os genótipos permaneceram em cultivo, fez-se uma aplicação de fungicida, para o controle da ferrugem da folha, conforme critérios recomendados pela Comissão Sulbrasileira de Trigo.

Procedeu-se a colheita quando as plantas encontravam-se no estágio de floração, o qual era variável em função do ciclo de genótipos.

Os genótipos foram avaliados através da produção de matéria seca, a 60°C, da parte aérea.

No solo, determinaram-se, em amostras coletadas antes da aplicação dos fertilizantes e após a colheita das plantas, os valores de pH em água, matéria orgânica, fósforo e potássio disponíveis, alumínio e cálcio + magnésio trocáveis e necessidade de calcário, conforme metodologia adotada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal, RS/SC (ROLAS), descrita por TEDESCO et alii (1985).

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

3.4. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de campo

Em experimento realizado a campo, foram avaliados genótipos de trigo selecionados em solo deficiente em P e com acidez elevada (Tabela 1), procedentes do retrocruzamento das cultivares BH 1146 e Nobre com a Toropi, conforme descrito no experimento 3.3. Fizeram parte do experimento também, além dos genótipos progenitores, alguns atualmente em cultivo no Brasil (BR 14, Minuano 82, CNT 8 e IAC 5-Maringá e uma cultivar de triticales BR 1.

O material foi avaliado na presença e na ausência da aplicação de 80 kg/ha de P_2O_5 . Os tratamentos foram arranjados em blocos ao acaso com parcela subdividida e três repetições. As parcelas corresponderam às doses de P_2O_5 e as subparcelas aos genótipos de trigo. A subparcela apresentava as dimensões de um metro de largura por cinco de comprimento, com uma área útil de 2,4 m².

A adição das doses de P_2O_5 foi feita imediatamente antes da semeadura, juntamente com a adubação potássica e a nitrogenada, sob a forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e uréia, respectivamente. Os nutrientes foram distribuídos a lanço e incorporados ao solo com o auxílio de uma enxada rotativa. Em toda a área experimental, foram aplicados 50 kg/ha de K_2O e 55 kg/ha de N. O nitrogênio foi aplicado em três parcelas: uma por ocasião da semeadura, correspondente a 15 kg/ha, outra no início do perfilhamento (aos 25 dias decorridos da emergência), na quantidade de 20 kg/ha e o restante por ocasião do perfilhamento pleno (aos 45 dias após a emergência).

A semeadura foi realizada em linhas espaçadas de 0,20 m, tendo a emergência das plantas ocorrido sete dias após a semeadura.

Durante o período de cultivo foram feitas duas aplicações de fungicidas para o controle de oídio e ferrugem da folha. Na floração, fez-se o tratamento preventivo para o controle da giberela e ferrugens, através de um programa de quatro aplicações, visando a proteção de todos os genótipos. Também foi realizada uma aplicação do inseticida no início do período reprodutivo para o controle do pulgão.

Aos 14 dias após a emergência foi avaliada a população de plantas, contando-se as plantas da linha central de cada genótipo, nas três repetições. Fez-se também, a anotação da data de floração e de maturação, altura de planta e de acamamento em uma das repetições de cada genótipo.

Os tratamentos foram avaliados através de produção de grãos, de palha + grãos, conteúdo de P na palha, conteúdo de P no grão e conteúdo de P na palha + grãos. O teor deste nutriente na planta foi extraído por via úmida, conforme TEDESCO et alii (1985) e determinado por colorimetria pelo método do Vanadato e Molibdato de Amônia.

No solo, determinaram-se, em amostras coletadas antes da aplicação dos fertilizantes e após a colheita das plantas, os valores de pH em água, matéria orgânica, fósforo e potássio disponíveis, alumínio e cálcio + magnésio trocáveis e necessidade de calcário, conforme metodologia adotada pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal, RS/SC (ROLAS), descrita por TEDESCO et alii (1985).

Os resultados, referentes aos parâmetros determinados na planta, foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinação do estágio de desenvolvimento da planta para a avaliação de genótipos de trigo

A avaliação de genótipos em um determinado período de cultivo pode ser influenciada pela velocidade de crescimento diferenciada existente entre os mesmos. Os dados contidos na Tabela 2 evidenciam este fato, onde a cultivar Toropi, com maior capacidade de produção de matéria seca da parte aérea em relação a CNT 1 e a BH 1146 (BEN & ROSA, 1983), apresentou produção, em valor absoluto, inferior às demais, quando colhidas aos 30 dias após a emergência das plantas. Quando colhidas em estádios definidos, na floração e na maturação, entretanto, a cultivar Toropi apresentou valores, para a produção de matéria seca da parte aérea, superiores aos obtidos para a BH 1146 e a CNT 1.

Os resultados obtidos para a produção de matéria seca de raiz e para o comprimento de raiz, avaliados aos 30 dias decorridos da emergência das plantas e na flora-

ção, confirmam aqueles observados para a produção de matéria seca da parte aérea da planta (Tabela 2).

Tabela 2 - Produção de matéria seca da parte aérea (MS) e de raiz (MSR), em g/vaso, e comprimento de raiz (CR), em m/vaso, de genótipos de trigo avaliados aos 30 dias após a emergência (E_1), na floração (E_2) e na maturação (E_3).

Parâmetro	Época	BH 1146	CNT 1	Toropi
MS	E_1	1,49 a	1,79 a	1,19 a
	E_2	10,36 b	13,43 ab	15,20 a
	E_3	17,04 c	20,94 b	25,69 a
MSR	E_1	1,40	1,75	1,01
	E_2	2,57	4,03	5,97
CR	E_1	66,00	60,00	45,00
	E_2	74,00	124,00	180,00

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

Deste modo, avaliações de genótipos de trigo devem ser realizadas em estádios definidos da planta, para evitar possíveis variações devidas às características de crescimento diferenciadas, presentes no material em estudo.

4.2. Determinação de parâmetros na planta para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, em condições de vasos

Os dados representativos dos fatores de acidez e teores de P, obtidos no solo sob diferentes níveis de calagem e doses de P_2O_5 , encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

A calagem, na dose recomendada pelo método SMP para elevar o pH do solo a 6,0 (1 SMP), elevou o pH em água de 4,4 para 5,5 e, em consequência, reduziu o teor de alumínio trocável de 2,8 para 0,3 meq/100g e elevou o teor de cálcio + magnésio trocável de 4,0 para 8,3 meq/100g no solo estudado (Tabela 3).

O solo, na ausência da adubação fosfatada, apresentou um teor médio de P de 2,8 ppm (Tabela 4). Este valor, para a classificação textural do solo em estudo, pode ser considerado como muito baixo (SIQUEIRA et alii, 1987). Com a adição de doses crescentes de P_2O_5 ao solo, os teores deste nutriente elevaram-se, obtendo-se, em média, com a aplicação de 120 ppm de P_2O_5 , um teor equivalente a 12,1 ppm. O nível crítico de P, estabelecido para a classificação textural na qual se inclui este solo, é de 9 ppm (SIQUEIRA et alii, 1987).

A reação dos genótipos de trigo a P, em solo em condições de acidez (0 SMP) e com acidez corrigida (1 SMP), foi avaliada através da produção de matéria verde e seca da parte aérea da planta, do conteúdo de P no tecido da parte aérea, da altura de planta, do número de afilhos e de espigas, da produção de matéria seca e comprimento de raiz.

4.2.1. Produção de matéria vegetal verde (MV), seca (MS) e P no tecido (PMS) da parte aérea da planta

Os dados, referentes aos parâmetros MV e MS,

Tabela 3 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas após a colheita das plantas, em solo sob dois níveis de calagem (0 e 1 SMP).

variável	Casa de vegetação		Telado	
	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP
pH em H ₂ O (1:1)	4,7	5,5	4,7	5,5
Al (meq/100g)	2,8	0,3	2,9	0,3
Ca+Mg (meq/100g)	4,1	8,5	3,9	8,2
NC (t/ha)	10,2	4,0	11,0	4,5

Tabela 4 - Teores de P*, em ppm, em amostra de solo coletadas após a colheita das plantas, nas diferentes doses de P₂O₅.

P ₂ O ₅ ppm	Casa de vegetação		Telado	
	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP
0	2,6	2,8	2,7	3,3
30	5,2	5,1	5,7	5,4
60	7,0	7,0	7,9	7,8
120	14,1	13,5	9,9	10,9
240	26,1	25,9		
480	56,8	49,7		

* Extrator de Mehlich

obtidos em resposta a P, em solo sob condições de acidez e com acidez corrigida, situam-se nas Tabelas 5 e 6. Os valores, relativos a variável PMS, determinados apenas em ambiente de casa de vegetação, podem ser visualizados na Tabela 7.

A análise da variância da variável MV e da MS (Tabela 8) evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos doses de P_2O_5 (DP), níveis de calagem (NC) e genótipo (G), bem como, para as interações DP x NC e DP x G. A interação NC x G, para a variável MV, não apresentou significância. Contraditoriamente, para o parâmetro MS, obteve-se significância para esta interação, ao nível de 5% de probabilidade, em ambiente de casa de vegetação e, a 1%, em condições de telado. A análise da variância da variável PMS (Tabela 8) mostrou efeitos significativos, ao nível de 1%, para os tratamentos DP e G e não significativa para NC. Observou-se significância, ao nível de 5%, para as interações DP x G e DP x NC x G. Para a interação DP x NC, não foi verificada significância.

A presença da interação NC x G, para os parâmetros MV e MS, indica uma reação diferenciada do trigo a P, em solo em condições de acidez e com a acidez corrigida. Em média, os genótipos de trigo, em ambiente de casa de vegetação, tiveram produções de matéria verde ou seca da parte aérea com a dose 30 ppm de P_2O_5 , em solo com acidez corrigida, equivalentes a aquelas obtidas com a dose 120 ppm, em solo em condições de acidez. Em ambiente de telado esta interação foi ainda mais pronunciada. A prática da calagem no solo estudado, representou, para a cultura do trigo, um aumento na eficiência da adubação fosfatada de quatro vezes ou mais.

Tabela 5 - Produção de matéria verde da parte aérea (MV), em g/vaso, de genótipos de trigo, obtida em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi			IAC 5-Maringá			BH 1146		
	0 SMP	1 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP	1 SMP
Casa de vegetação									
0	4,45 d	8,67 c	4,89 d	2,81 d	4,89 d	4,89 d	2,25 d	3,14 d	3,14 d
30	59,12 c	91,85 b	62,66 c	42,69 c	62,66 c	62,66 c	27,92 c	52,91 c	52,91 c
60	70,70 b	90,95 b	77,29 b	52,27 c	77,29 b	77,29 b	36,72 c	62,82 b	62,82 b
120	92,67 a	105,32 a	76,97 b	63,16 b	76,97 b	76,97 b	53,73 b	69,94 ab	69,94 ab
240	92,95 a	100,89 a	91,58 a	71,06 ab	91,58 a	91,58 a	57,08 ab	70,83 ab	70,83 ab
480	96,32 a	109,19 a	85,33 ab	77,41 a	85,33 ab	85,33 ab	65,51 a	78,06 a	78,06 a
Telado									
0	3,49 d	7,32 c	4,27 c	1,76 c	4,27 c	4,27 c	2,37 c	4,65 c	4,65 c
30	51,23 c	89,36 b	64,43 b	34,90 b	64,43 b	64,43 b	29,76 b	57,83 b	57,83 b
60	64,85 b	94,57 ab	74,61 a	45,43 a	74,61 a	74,61 a	33,64 b	65,86 a	65,86 a
120	72,06 a	97,00 a	74,16 a	47,34 a	74,16 a	74,16 a	41,99 a	66,69 a	66,69 a

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

CV % (casa de vegetação) = 9,08; CV % (telado) = 8,36.

Tabela 6 - Produção de matéria seca da parte aérea (MS), em g/vaso, de genótipos de trigo, obtida em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146	
	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP
Casa de vegetação						
0	0,97 e	1,65 e	0,50 e	0,75 d	0,47 d	0,57 d
30	12,31 d	21,69 d	7,37 d	11,23 c	5,36 c	10,33 c
60	14,98 c	20,20 c	9,38 cd	14,14 b	7,30 c	12,47 bc
120	20,14 b	24,34 b	11,36 bc	15,00 b	10,12 b	13,75 ab
240	22,28 ab	25,15 b	13,42 ab	17,35 a	11,60 ab	14,01 ab
480	23,16 a	28,00 a	14,71 a	16,43 ab	13,26 a	15,48 a
Telado						
0	0,72 d	1,39 c	0,36 e	0,30 c	0,48 c	0,84 c
30	11,92 c	24,62 b	6,76 b	13,88 b	6,36 d	12,69 b
60	16,32 b	26,17 ab	9,33 a	15,75 ab	8,20 ab	15,77 a
120	18,73 a	27,47 a	10,20 a	17,80 a	9,65 a	17,04 a

As letras comparam médias na vertical, pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.
CV % (casa de vegetação) = 10,68; CV % (telado) = 11,32.

Tabela 7 - Fósforo no tecido da parte aérea (PMS), em ppm, de genótipos de trigo, obtido em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida, em ambiente de casa de vegetação.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146	
	O SMP	1 SMP Média	O SMP	1 SMP Média	O SMP	1 SMP Média
0	1152	1410 1281 e	1197	1701 1449 e	1305	1280 1282 d
30	1672	1509 1590 de	1985	1783 1884 d	1880	2110 1995 c
60	1728	1559 1643 cd	2280	2033 2156 c	1896	2314 2105 bc
120	1961	1930 1946 bc	2420	2391 2406 b	2242	2563 2402 ab
240	2205	2121 2163 b	2749	2576 2662 b	2337	1830 2084 bc
480	2580	2444 2512 a	2919	3267 3093 a	2887	2193 2540 a

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

CV%= 13,62

Tabela 8 - Resumo da análise da variância dos dados de produção de matéria verde (MV), matéria seca (MS) e P no tecido (PMS) da parte aérea de genótipos de trigo (G) em resposta a P (DP) em solo em condições de acidez e com acidez corrigida (NC).

CV	GL	QM		
		MV	MS	PMS
Casa de vegetação				
Bloco	2	14,522 ^{ns}	8,939*	513680,565**
DP	5	16189,417**	746,627**	3982473,920**
NC	1	6395,930**	340,196**	12224,083 ^{ns}
G	2	7455,367**	719,129**	1579870,037**
DPxNC	5	330,714**	17,590**	142279,906 ^{ns}
DPxG	10	257,079**	27,408**	173568,204*
NCxG	2	0,956 ^{ns}	6,538*	20537,444 ^{ns}
DPxNCxG	10	31,510 ^{ns}	2,343 ^{ns}	182502,434*
Resíduo	70	31,233	1,871	79300,241
Telado				
Bloco	2	172,442**	12,629**	
DP	3	15387,724**	954,458**	
NC	1	9374,000**	705,878**	
G	2	3125,904**	370,778**	
DPxNC	3	837,351**	67,196**	
DPxG	6	291,358**	36,549**	
NCxG	2	10,052 ^{ns}	13,448**	
DPxNCxG	6	10,934 ^{ns}	3,397 ^{ns}	
Resíduo	46	15,598	1,662	

*= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1%; ns= não significativo.

VIDOR (1972) observou efeito semelhante para a produção de grãos na cultura da soja. Este efeito da calagem, possivelmente se deva a uma melhoria no desenvolvimento da planta como um todo, uma vez que, não se verificou influência desta prática sobre o teor de P no tecido da parte aérea, como mostram os dados contidos na Tabela 7.

A ausência de significância para a interação NC x G, verificada para o parâmetro MV, indica uma reação semelhante dos genótipos estudados à acidez do solo (Tabela 8). Para o parâmetro MS, ao contrário do verificado para o MV, observou-se significância. Entretanto, quando os dados de produção de matéria seca da parte aérea foram transformados em percentagem, onde 100% equivale a produção obtida com a maior dose de P_2O_5 , dentro de cada nível de calagem, não se verificou significância para esta interação. Também não foi detectado efeito da calagem sobre o teor de P no tecido da parte aérea (Tabelas 7 e 8). Deste modo, é possível avaliar a reação de genótipos de trigo a P em solo em condições de acidez, quando os mesmos apresentarem um grau semelhante de tolerância a este fator, bem como, selecionar material, ao mesmo tempo para tolerância à limitação de P e à acidez do solo. Os genótipos utilizados neste estudo são considerados tolerantes aos fatores de acidez do solo (BRAUNNER, 1979; CARMARGO & OLIVEIRA, 1981; SOUSA¹). SALINAS & SANCHEZ (1976) observaram, em genótipos de milho, a independência entre as características de tolerância a baixos níveis de P e à toxidez

¹SOUSA, C.N.A. (EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS) Comunicação pessoal, 1982.

do alumínio, evidenciando a possibilidade de desenvolvimento, através do melhoramento genético, de genótipos tolerantes a estes dois fatores.

A significância observada para a interação DP x G, manifestada através dos parâmetros MV, MS e PMS, evidencia um comportamento diferenciado entre os genótipos em relação a P no solo (Tabela 8).

A resposta dos genótipos de trigo a P no solo, manifestada através dos parâmetros MV e MS, pode ser visualizada nas Tabelas 5 e 6. A cultivar Toropi atingiu com a dose 120 ppm de P_2O_5 , em média para os dois níveis de acidez do solo, uma produção de matéria verde da parte aérea equivalente a 96% da obtida com a dose 480 ppm. Para a produção de matéria seca da parte aérea, obteve-se, para esta cultivar, com a dose de 120 ppm de P_2O_5 , uma produção equivalente a 87% da obtida com a maior dose, embora estes tratamentos diferissem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para as cultivares BH 1146 e IAC 5-Maringá, obtiveram-se produções de matéria verde, com a dose 120 ppm de P_2O_5 , equivalentes a 86 e a 88%, respectivamente, da obtida com a maior dose, embora estes tratamentos diferissem estatisticamente. Para a produção de matéria seca da parte aérea, alcançou-se com a aplicação de 120 ppm de P_2O_5 , produções equivalentes a 83 e a 85% da obtida com a dose 480 ppm, para as cultivares BH 1146 e IAC 5-Maringá, respectivamente, embora também estes tratamentos diferissem pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Os valores relativos ao parâmetro PMS, elevaram-se com a adição de P ao solo, independente dos níveis de calagem, em todos os genótipos (Tabela 7). Em média, obtive-

ram-se os menores teores para a cultivar Toropi, seguindo-se a BH 1146 e a IAC 5-Maringá, evidenciando a maior eficiência da cultivar Toropi na utilização de P para a produção de matéria seca da parte aérea, em relação às demais. O P total absorvido no tecido da parte aérea revelou uma maior absorção deste nutriente pela cultivar Toropi, tendo em média para todos os tratamentos, doses de P_2O_5 e níveis de calagem, extraído do solo 36,1 mg P/vaso, enquanto que a BH 1146 retirou 21,5 mg P/vaso e a IAC 5-Maringá 27,4 mg P/vaso. BEN & ROSA (1983), utilizando estes genótipos, obtiveram resultados semelhantes.

4.2.2. Altura de plantas (AP)

Os dados referentes à variável AP, obtidos em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida, em ambiente de casa de vegetação e de telado, encontram-se na Tabela 9.

A análise da variância destes dados (Tabela 10) evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos doses de P_2O_5 (DP), níveis de calagem (NC) e genótipo (G). Observou-se significância, ao nível de 5%, para a interação DP x NC, apenas em de casa de vegetação. Já, para a interação NC x G, verificou-se significância ao nível de 1%, somente em ambiente de telado. A interação DP x G não apresentou significância, nos dois ambientes estudados.

A resposta a fósforo, verificada através do parâmetro AP (Tabela 9), para as cultivares Toropi e IAC 5-Maringá, mostrou-se crescente, em média para os dois

Tabela 9 - Altura de planta (AP), em cm, de genótipos de trigo, obtida em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146	
	O SMP	1 SMP	O SMP	1 SMP	O SMP	1 SMP
	Média		Média		Média	
Casa de vegetação						
0	29	36	27	28	24	31
30	82	97	83	89	61	83
60	93	100	93	100	75	88
120	101	110	98	104	82	91
240	108	108	100	109	87	90
480	110	109	109	108	93	96
Telado						
0	20	28	18	25	21	27
30	63	88	58	76	79	81
60	71	90	72	83	82	89
120	73	90	77	82	81	89

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

Tabela 10 - Análise da variância dos dados de altura de planta de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a P (DP), em solo em condições de acidez e com acidez corrigida (NC).

CV	Casa de vegetação		Telado	
	GL	QM	GL	QM
Blocos	2	73,528 ^{ns}	2	272,222**
DP	5	14159,889**	3	14346,833**
NC	1	1226,815**	1	2112,500**
G	2	2316,444**	2	323,347**
DPxNC	5	99,837*	3	56,463 ^{ns}
DPxG	10	66,300 ^{ns}	6	32,569 ^{ns}
NCxG	2	50,815 ^{ns}	2	185,792**
DPxNCxG	10	23,337 ^{ns}	6	38,866 ^{ns}
Resíduo	70	40,118	46	33,933
CV%	7,52		8,94	

*= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1%; ns= não significativo.

níveis de calagem, até a dose 120 ppm, em ambiente de casa de vegetação, e até a dose 60 ppm, em condições de telado. A cultivar BH 1146, em ambiente de casa de vegetação, teve valores crescentes até a dose 60 ppm de P_2O_5 , apresentando este tratamento um valor equivalente, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, aos encontrados com as doses 120 e 240 ppm, porém inferior ao registrado para a dose 480 ppm. Em ambiente de telado, esta cultivar teve incrementos significativos até a dose 30 ppm de P_2O_5 .

4.2.3. Número de afilhos (NA)

Os dados, relativos à variável NA, obtidos em resposta a P, em solo em condições de acidez e com a acidez corrigida, em ambiente de casa de vegetação e de telado, encontram-se na Tabela 11.

A análise da variância destes dados (Tabela 12) evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos doses de P_2O_5 (DP), níveis de calagem (NC) e genótipo (G). Observou-se significância, ao nível de 1%, para a interação DP x NC, nos dois ambientes estudados. As interações DP x G e NC x G não apresentaram significância, em condições de casa de vegetação. Contraditoriamente, foi registrada significância, ao nível de 1%, para estas interações, em ambiente de telado.

A significância para a interação DP x NC mostra o efeito da calagem na eficiência da adubação fosfatada para a cultura do trigo, manifestada através da variável NA, concordando com o verificado para a produção de matéria verde e seca da parte aérea. Em condições de solo com a acidez

Tabela 11 - Número de afilhos/vaso (NA) de genótipos de trigo, obtido em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146		
	0 SMP	1 SMP Média	0 SMP	1 SMP Média	0 SMP	1 SMP Média	
0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 c
30	7,0	9,7	1,0	7,7	2,0	7,3	4,6 b
60	7,3	9,7	2,3	8,7	3,7	8,0	5,8 ab
120	7,7	9,3	5,3	9,7	4,7	9,3	7,0 a
240	9,0	9,3	6,3	10,3	5,7	9,7	7,7 a
480	8,7	10,0	7,3	8,7	6,3	9,0	7,6 a
Telado							
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2 d
30	5,3	9,3	1,3	9,3	1,3	5,3	3,3 c
60	6,7	8,7	4,0	9,0	2,0	8,7	5,4 b
120	7,0	8,3	3,7	9,0	4,0	9,3	6,6 a

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

Tabela 12 - Resumo da análise da variância dos dados de números de afilhos, transformados em $\sqrt{x+0,5}$, de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a P (DP), em solo em condições de acidez e com acidez corrigida (NC).

CV	Casa de vegetação		Telado	
	GL	QM	GL	QM
Blócos	3	0,036 ^{ns}	3	0,045 ^{ns}
DP	5	11,801**	3	14,647**
NC	1	10,785**	1	9,889**
G	2	2,328**	2	1,026**
DPxNC	5	0,585**	3	1,088**
DPxG	10	0,172 ^{ns}	6	0,306**
NCxG	2	0,488 ^{ns}	2	0,770**
DPxNCxG	10	0,252 ^{ns}	6	0,154 ^{ns}
Resíduo	70	0,159	46	0,068
CV%	16,51		12,59	

**= Significativo a 1% de probabilidade; ns= não significativo.

corrigida, obteve-se valores, para o parâmetro AP, com a dose 30 ppm de P_2O_5 equivalentes aos alcançados com a dose 480 ppm em solo sob condições de acidez (Tabela 11).

A resposta a fósforo, verificada através do parâmetro NA (Tabela 11), deu-se para a cultivar Toropi, em média para os dois níveis de calagem, até a dose 30 ppm de P_2O_5 , em ambos os ambientes. A cultivar IAC 5-Maringá apresentou incrementos significativos, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, até a dose 120 ppm, em ambiente de casa de vegetação. Em ambiente de telado, obteve-se resposta apenas até a dose 60 ppm de P_2O_5 . A cultivar BH 1146 teve incrementos significativos até a dose 120 ppm, nos dois ambientes estudados.

4.2.4. Número de espigas (NE)

Os dados, referentes à variável NE, obtidos em resposta a P, em solo sob condições de acidez e com acidez corrigida, em ambiente de casa de vegetação e de telado, encontram-se na Tabela 13.

A análise da variância destes dados (Tabela 14) evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos doses de P_2O_5 (DP), níveis de calagem (NC) e genótipo (G). As interações DP x NC e DP x G apresentaram significância contraditórias nos dois ambientes. A interação NC x G, apresentou-se significativa, para a variável NE, nos dois ambientes estudados.

A resposta a fósforo, manifestada através da variável NE (Tabela 13), deu-se para a cultivar Toropi, em média para os dois níveis de calagem, até a dose 240 ppm de

Tabela 13 - Número de espigas/vaso (NE) de genótipos de trigo obtido em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂₀₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146	
	0 SMP	1 SMP Média	0 SMP	1 SMP Média	0 SMP	1 SMP Média
Casa de vegetação						
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	3,0	7,6	3,7	4,3	5,0	5,3
60	3,7	7,0	4,3	6,3	4,3	6,3
120	4,3	10,3	5,3	5,0	5,0	5,3
240	9,0	10,0	5,3	8,0	5,0	6,3
480	7,3	12,3	5,3	7,3	6,3	5,7
Telado						
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	1,3	7,7	2,3	6,3	5,0	9,7
60	2,7	8,3	4,0	8,0	6,3	10,7
120	2,0	9,0	4,3	9,7	6,3	11,3

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

Tabela 14 - Resumo da análise da variância de número de espigas, transformados em $\sqrt{x + 0,5}$, de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a P (DP), em solo em condições de acidez e com acidez corrigida (NC).

CV	Casa de vegetação		Telado	
	GL	QM	GL	QM
Blocos	2	0,030 ^{ns}	2	0,243 ^{ns}
DP	5	10,729**	3	15,184**
NC	1	2,969**	1	11,465**
G	2	0,827**	2	1,738**
DPxNC	5	0,143 ^{ns}	3	1,326**
DPxG	10	0,191*	6	0,252 ^{ns}
NCxG	2	0,646**	2	0,436*
DPxNCxG	10	0,142 ^{ns}	6	0,065 ^{ns}
Resíduo	70	0,091	46	0,113
CV%	13,49		16,28	

*= Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns= não significativo.

P_2O_5 , em ambiente de casa de vegetação. Já em condições telado, os acréscimos foram significativos até a dose 30 ppm. A cultivar IAC 5-Maringá teve o número de espigas aumentado até a dose 60 ppm de P_2O_5 , nos dois ambientes. A cultivar BH 1146 apresentou acréscimos, para esta variável, crescentes até a dose 30 ppm de P_2O_5 , nos dois ambientes estudados.

4.2.5. Produção de matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR)

Os dados, referentes à variável MSR, obtidos em ambiente de casa de vegetação e telado, em resposta a P, em solo sob condições de acidez e com acidez corrigida, encontram-se na Tabela 15. Na Tabela 16, estão registrados os dados relativos ao parâmetro CR avaliados apenas em ambiente de casa de vegetação.

A análise da variância dos mesmos (Tabela 17) evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos doses de P_2O_5 (DP), níveis de calagem (NC) e genótipo (G), para ambos os parâmetros MSR e CR. Para a variável MSR, observou-se significância, em ambos ambientes, para as interações DP x NC e DP x G. A interação NC x G apresentou significância contraditória nos dois ambientes. Para o parâmetro CR não se verificou significância para as interações DP x NC, DP x G e NC x G.

A cultivar Toropi, em ambiente de casa de vegetação, apresentou valores crescentes, para os parâmetros MSR e CR, até a dose 120 ppm de P_2O_5 na ausência da calagem e até 30 ppm em solo corrigido, obtendo-se na média dos níveis de acidez, significância pelo teste de Duncan a 5%, até

Tabela 15 - Produção de matéria seca de raiz (MSR), em g/vaso, por genótipos de trigo, obtida em resposta a P, em solo em condições de acidez e com acidez corrigida.

P 205	Toropi			IAC 5-Maringá			BH 1146		
	0 SMP	1 SMP	Média	0 SMP	1 SMP	Média	0 SMP	1 SMP	Média
Casa de vegetação									
0	0,52	0,78	0,65 c	0,27	0,36	0,31 d	0,31	0,22	0,26 d
30	2,73	4,92	3,83 b	1,92	2,46	2,19 c	1,46	2,35	1,90 c
60	2,97	4,70	3,84 b	2,04	2,75	2,40 bc	2,19	2,21	2,20 bc
120	4,34	4,75	4,55 a	2,30	3,06	2,68 abc	2,30	3,14	2,72 ab
240	3,79	4,80	4,30 ab	2,76	3,64	3,20 a	2,83	2,81	2,82 ab
480	4,60	4,99	4,80 a	3,02	2,84	2,93 ab	2,55	3,27	2,91 a
Telado									
0	0,47	0,76	0,61 b	0,21	0,34	0,27 b	0,23	0,30	0,26 c
30	3,75	5,37	4,56 a	1,94	3,10	2,52 a	1,53	2,46	2,00 b
60	4,49	5,26	4,87 a	2,00	3,34	2,67 a	2,04	3,10	2,57 a
120	4,36	4,72	4,54 a	2,13	3,31	2,72 a	1,89	3,58	2,73 a

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

CV% (casa de vegetação) = 20,05; CV% (telado) = 14,35

Tabela 16 - Comprimento de raiz (CR), em m/vaso, de genótipos de trigo, obtido em res-
posta a fósforo, em solo sob condições de acidez e com acidez corrigida.

P ₂ O ₅ ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146							
	O SMP	1 SMP Média	O SMP	1 SMP Média	O SMP	1 SMP Média						
Casa de vegetação												
0	25,3	38,2	31,7	c	18,0	14,9	16,5	d	17,2	13,8	15,5	c
30	135,6	218,5	177,0	b	78,4	105,7	92,0	c	70,3	104,4	87,4	b
60	137,3	192,6	165,4	ab	87,5	125,4	106,4	bc	104,2	121,4	112,8	ab
120	204,6	195,9	200,3	a	100,8	130,8	115,8	abc	105,3	147,1	126,2	a
240	184,2	220,0	202,1	a	114,9	167,7	141,3	a	123,6	135,4	129,5	a
480	199,6	210,4	205,0	a	123,4	145,5	134,4	ab	105,2	142,5	125,4	a

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

CV%= 22,28

Tabela 17 - Resumo da análise da variância dos dados de matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR) de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a P (DP), em solo sob condições de acidez e com acidez corrigida (NC).

CV	GL	QM	
		MSR	CR
Casa de vegetação			
Bloco	2	1,415*	3973,786**
DP	5	24,868**	47512,225**
NC	1	10,397**	20741,767**
G	2	25,370**	48139,969**
DPxNC	5	0,691*	1122,144 ^{ns}
DPxG	10	0,712*	1433,722 ^{ns}
NCxG	2	0,981*	145,513 ^{ns}
DPxNCxG	10	0,435 ^{ns}	190,580 ^{ns}
Resíduo	70	0,291	731,333
Telado			
Bloco	2	0,203 ^{ns}	
DP	3	37,208**	
NC	1	14,054**	
G	2	22,667**	
DPxNC	3	1,067**	
DPxG	6	1,772**	
NCxG	2	0,068 ^{ns}	
DPxNCxG	6	0,313*	
Resíduo	46	0,132	

*= Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns = não significativo.

a dose 120 ppm para o parâmetro MSR e a 60 ppm para o parâmetro CR. Em ambiente de telado, esta cultivar apresentou, em média para os dois níveis de calagem, incrementos significativos até a dose 30 ppm, para o parâmetro MSR. A cultivar IAC 5-Maringá, em condições de casa de vegetação, teve acréscimos significativos, pelo teste de Duncan a 5%, em média para os dois níveis de calagem, para os parâmetros MSR e CR até a dose 120 ppm de P_2O_5 . Em ambiente de telado, os incrementos para a variável MSR, deram-se até a dose 30 ppm. A cultivar BH 1146 apresentou resposta a P, através do parâmetro MSR, em média para os dois níveis de calagem, até a dose 120 ppm, em ambiente de casa de vegetação e até 60 ppm de P_2O_5 , em ambiente de telado. Para o parâmetro CR, obteve-se, para cultivar, acréscimos até a dose 60 ppm de P_2O_5 .

Os valores para a relação parte aérea/raiz (MS/MSR) elevaram-se com a adubação fosfatada, especialmente com a aplicação de 30 ppm de P_2O_5 (Tabela 18). Da mesma forma, o comprimento de raiz por unidade de matéria seca da parte aérea (CR/MS) diminuiu (Tabela 19). Efeito semelhante foi observado por outros autores (LONERAGAN & ASHER, 1967; SHENK & BARBER, 1979; ANGHINONI & BARBER, 1980; BEN & ROSA, 1983; BEN, 1984). Estes dados mostram o efeito positivo da adubação fosfatada na eficiência do sistema radicular para a produção de matéria seca da parte aérea da planta ou então, uma possível adaptação da planta a baixos níveis de P no solo.

Em relação à calagem, observou-se uma tendência de aumento nos valores da relação MS/MSR ou uma diminuição nos valores da relação CR/MS com a utilização desta prática, especialmente na ausência da adubação fosfatada (Tabelas 18 e 19). Este efeito foi menos intenso do que o verifi-

Tabela 18 - Relação entre a produção de matéria seca da parte aérea e de raiz.(MS/MSR) de genótipos de trigo, cultivados em diferentes doses de P_2O_5 e níveis de correção da acidez do solo.

P_2O_5 ppm	Toropi		IAC 5-Maringá			BH 1146		
	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP	Média	0 SMP	1 SMP	Média
Casa de vegetação								
0	1,9	2,1	1,8	2,1	2,0	1,5	2,6	2,0
30	4,5	4,4	3,8	4,6	4,2	3,7	4,4	4,0
60	5,0	4,3	4,6	5,1	4,8	3,3	5,6	4,4
120	4,6	5,1	4,9	4,9	4,9	4,4	4,4	4,4
240	5,9	5,2	4,9	4,8	4,8	4,1	5,0	4,6
480	5,0	5,6	4,9	5,8	5,4	5,2	4,7	5,0
Telado								
0	1,5	1,8	1,7	2,4	2,0	2,1	2,8	2,4
30	3,2	4,6	3,5	4,5	4,0	4,2	5,2	4,7
60	3,6	5,0	4,7	4,7	4,7	4,0	5,1	4,6
120	4,3	4,0	4,8	5,4	5,1	5,1	4,8	5,0

Tabela 19 - Relação entre o comprimento de raiz e a produção de matéria seca da parte aérea (CR/MS), em genótipos de trigo, cultivados sob diferentes doses de P_{205} e níveis de correção da acidez do solo, em ambiente de casa de vegetação.

P_{205} ppm	Toropi		IAC 5-Maringá		BH 1146				
	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP	0 SMP	1 SMP			
		Média		Média		Média			
0	26,1	23,2	24,6	36,0	19,9	28,0	36,6	27,2	31,9
30	11,0	10,1	10,6	10,6	9,4	10,0	13,1	10,1	11,6
60	9,2	9,5	9,4	9,3	8,9	9,1	14,3	9,7	12,0
120	10,2	8,1	9,2	8,9	8,7	8,8	10,4	10,7	10,6
240	8,3	8,7	8,5	8,6	9,7	9,2	10,6	9,7	10,2
480	8,6	7,5	8,0	8,4	8,8	8,6	7,9	9,2	8,6

cado para a adubação fosfatada. SALINAS & SANCHEZ (1976) também observaram efeito mais pronunciado da deficiência de P sobre a parte aérea de genótipos de milho e de trigo, quando comparado ao efeito tóxico do alumínio. Em relação ao sistema radicular, os autores verificaram efeito inverso.

Os dados obtidos para a relação CR/MR (Tabela 20) não foram influenciados pela prática da calagem, tanto na ausência como na presença da adubação fosfatada. Eram esperados, embora os genótipos usados sejam considerados tolerantes ao alumínio, valores menores para esta relação em solo em condições de acidez, em função do efeito observado sobre o desenvolvimento global da planta. O alumínio em níveis tóxicos atua, especialmente sobre o sistema radicular, prejudicando a sua formação e funcionamento. As raízes, sob o efeito deste elemento, apresentam-se engrossadas, tortuosas, sem pêlos absorventes e com extremidades entumescidas nos casos mais acentuados (BEN, 1974).

4.2.6. Parâmetros para avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo

As correlações entre doses de P_2O_5 (DP), P no solo (PS) e P no tecido da parte aérea da planta (PMS) com os parâmetros, produção de matéria verde (MV) e produção de matéria seca (MS) da parte aérea, altura de plantas (AP), número de a^{NA}filhos (A) e de espigas (NE), matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR), mostraram-se mais acentuadas em solo em condições de acidez do que em solo corrigido, para o experimento conduzido em casa de vegetação (Tabela 21). Em ambiente de telado, onde se usou apenas quatro doses de

Tabela 21 - Correlação entre as variáveis doses de P_2O_5 (DP), P no solo (PS), matéria verde (MV), seca (MS) e P no tecido (PMS) da parte aérea, altura de planta (AP), número de afilhos (NA) e de espigas (NE) matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR).
Dados obtidos em ambiente de casa de vegetação.

Parâmetro	PS	MV	MS	PMS	AP	NA	NE	MSR	CR
Sem calagem									
DP	0,95	0,65	0,64	0,77	0,62	0,61	0,60	0,58	0,48
PS	-	0,58	0,58	0,68	0,56	0,55	0,58	0,53	0,44
MV	-	-	0,98	0,63	0,94	0,90	0,76	0,92	0,88
MS	-	-	-	0,53	0,88	0,89	0,76	0,93	0,91
PMS	-	-	-	-	0,71	0,50	0,62	0,49	0,38
AP	-	-	-	-	-	0,79	0,79	0,84	0,78
NA	-	-	-	-	-	-	0,64	0,80	0,78
NE	-	-	-	-	-	-	-	0,71	0,67
MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97
Com calagem									
DP	0,87	0,53	0,51	0,58	0,52	0,44	0,50	0,39	0,42
PS	-	0,38	0,31	0,61	0,43	0,34	0,29	0,22	0,28
MV	-	-	0,97	0,38	0,95	0,91	0,89	0,91	0,90
MS	-	-	-	0,28	0,87	0,82	0,91	0,94	0,92
PMS	-	-	-	-	0,47	0,36	0,31	0,18	0,25
AP	-	-	-	-	-	0,92	0,88	0,81	0,82
NA	-	-	-	-	-	-	0,76	0,78	0,80
NE	-	-	-	-	-	-	-	0,80	0,77
MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97

< 0,28= não significativos; 0,28 a 0,34= significativo a 5% de probabilidade; > 0,34= significativo a 1%.

P_2O_5 , as diferenças, entre os dois níveis de acidez, foram menos acentuadas para as correlações DP e PS com os parâmetros, MV, MS e AP (Tabela 22). Para os parâmetros, NA, NE e MSR obteve-se correlações mais acentuadas com DP em solo com acidez corrigida, contrariando a tendência verificada em casa de vegetação. Correlacionando-se estes parâmetros com PS, apenas a variável NE, em ambiente de telado, apresentou valores menores em solo corrigido. A discrepância verificada para o efeito da calagem, entre os dois ambientes, talvez seja devido ao número diferente de tratamentos utilizados com P (quatro doses em ambiente de telado e seis doses em casa de vegetação).

Os valores observados para o coeficiente de correlação das variáveis DP e PS com as variáveis determinadas na planta, independente dos níveis de calagem (Tabela 23), foram mais elevados em ambiente de telado do que em casa de vegetação. Este fato talvez seja devido à utilização de doses crescentes de P_2O_5 até 120 ppm, parte da curva onde os incrementos foram mais acentuados, enquanto que, em casa de vegetação as doses elevaram-se até 480 ppm. Já para a correlação entre as variáveis DP e PS, obteve-se um valor menor no ambiente de telado do que o verificado em casa de vegetação, possivelmente devido a menor imobilização de P no solo nas doses superiores a 120 ppm de P_2O_5 . Os teores deste nutriente no solo elevaram-se proporcionalmente mais nas doses maiores do que os acréscimos verificados entre as doses mais baixas (Tabela 4).

O teor de P no tecido da parte aérea da planta (PMS) esteve melhor correlacionado com os parâmetros DP e PS, do que estes com os demais parâmetros determinados na

Tabela 22 - Correlação entre as variáveis doses de P_2O_5 (DP), P no solo (PS), matéria verde (MV) e seca (MS) da parte aérea, altura de planta (AP), número de afilhos (NA) e de espigas (NE) e matéria seca de raiz (MSR). Dados obtidos em ambiente de telado.

Parâmetro	PS	MV	MS	AP	NA	NE	MSR
Sem calagem							
DP	0,75	0,74	0,72	0,74	0,66	0,56	0,55
PS	-	0,74	0,71	0,62	0,62	0,42	0,66
MV	-	-	0,99	0,77	0,89	0,38	0,94
MS	-	-	-	0,72	0,90	0,33	0,95
AP	-	-	-	-	0,58	0,81	0,63
NA	-	-	-	-	-	0,18	0,88
NE	-	-	-	-	-	-	0,20
Com calagem							
DP	0,78	0,69	0,68	0,70	0,68	0,74	0,61
P	-	0,66	0,69	0,58	0,56	0,54	0,57
MV	-	-	0,98	0,94	0,90	0,82	0,95
MS	-	-	-	0,90	0,83	0,77	0,96
AP	-	-	-	-	0,91	0,94	0,87
NA	-	-	-	-	-	0,81	0,83
NE	-	-	-	-	-	-	0,73

Todos os valores foram significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 23 - Correlação entre as variáveis doses de P_2O_5 (DP), P no solo (PS), matéria verde (MV) e seca (MS) e P no tecido (PMS) da parte aérea, altura de planta (AP), número de afillhos (NA) e de espigas (NE), matéria seca (MSR) e comprimento de raiz (CR), de genótipos de trigo cultivados sob diferentes doses e níveis de calagem.

Parâmetro	PS	MV	MS	PMS	AP	NA	NE	MSR	CR
Casa de vegetação									
DP	0,91	0,57	0,55	0,68	0,57	0,48	0,52	0,46	0,44
PS	-	0,46	0,42	0,65	0,49	0,40	0,38	0,34	0,34
MV	-	-	0,97	0,48	0,94	0,90	0,84	0,92	0,90
MS	-	-	-	0,38	0,87	0,86	0,86	0,94	0,92
PMS	-	-	-	-	0,59	0,38	0,42	0,31	0,30
AP	-	-	-	-	-	0,83	0,80	0,82	0,80
NA	-	-	-	-	-	-	0,74	0,80	0,80
NE	-	-	-	-	-	-	-	0,78	0,74
MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97
Telado									
DP	0,76	0,65	0,63	-	0,70	0,58	0,57	0,56	
PS	-	0,65	0,65	-	0,60	0,53	0,44	0,60	
MV	-	-	0,98	-	0,87	0,91	0,74	0,94	
MS	-	-	-	-	0,82	0,87	0,71	0,95	
AP	-	-	-	-	-	0,77	0,85	0,78	
NA	-	-	-	-	-	-	0,72	0,84	
NE	-	-	-	-	-	-	-	0,59	

Todos os valores foram significativos a 1% de probabilidade.

planta. Entretanto, quando as variáveis determinadas na planta foram correlacionados entre si, o PMS apresentou os menores índices (Tabela 23).

De um modo geral, os parâmetros determinados na parte aérea da planta apresentaram coeficientes maiores, quando correlacionados com DP e PS, dos obtidos com os parâmetros determinados no sistema radicular (Tabela 23). Entre estes, os parâmetros MV, MS e AP, em valores absolutos, apresentaram os maiores índices, quando correlacionados com DP e PS. As variáveis MV e MS mostraram-se também mais correlacionadas, com exceção de PMS, com os demais parâmetros determinados na parte aérea da planta e na raiz, podendo serem escolhidos para representar a resposta a P de genótipos de trigo, em experimentos conduzidos em condições de vasos.

A avaliação através da produção de matéria seca da parte aérea da planta é mais prática, quando se trabalha com um número expressivo de vasos, do que a utilização do parâmetro matéria verde. Este último, exige, para que não se tenha variações, a colheita e pesagem do material em condições ambientais homogêneas, o que o torna menos prático.

A dose 120 ppm de P_2O_5 proporcionou a obtenção de produções de matéria verde ou seca da parte aérea superiores a 80% da produção máxima, para os três genótipos obtidos, podendo ser escolhida para a condição de suprimento de P no solo pertencente à Unidade de Mapeamento Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico) em condições naturais, para a avaliação de genótipos de trigo, em experimento conduzido em vasos. O teor de P no solo, com a dose 120 ppm de P_2O_5 , ficou próximo ao nível crítico (9 ppm) estabelecido para a classificação textural do solo estudado (Tabela 4).

Quanto ao nível de deficiência de P, as baixas produções de matéria verde ou seca da parte aérea da planta, revelam uma limitação forte deste nutriente no solo utilizado, indicando a necessidade de se determinar uma dose mínima, uma vez que, a menor usada no experimento foi de 30 ppm de P_2O_5 e, pelas produções obtidas, a mesma pode ser considerada alta para a condição de deficiência.

Quanto aos ambientes estudados, para a avaliação de genótipos de trigo em relação a P no solo, os mesmos mostraram-se adequados para estudos desta natureza, tendo-se obtidos valores para o coeficiente de variação, considerados aceitáveis e semelhantes nos ambientes casa de vegetação e telado. O telado apresenta a vantagem de necessitar, para a sua construção, investimentos muito pequenos, quando comparados com aqueles necessários para a construção e manutenção de uma casa de vegetação. Também permite que o estudo seja realizado sob condições muito próximas as do ambiente natural, oferecendo proteção contra o vento excessivo e ataque de alguns animais predadores.

4.3. Comportamento de genótipos de trigo em relação a P no solo

Resultados de pesquisas obtidos, em experimento com vasos, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-EMBRAPA, em 1981, permitiram destacar as cultivares de trigo Toropi e Ponta Grossa 1, em relação a BH 1146, a CNT 1 e a IAC 5-Maringá, quanto à sua capacidade de desenvolverem-se em solo com limitação de P e quanto à resposta à adição deste nutriente ao solo, indicando a possibilidade de ocorrên-

cia de variabilidade genética para este fator, entre o material avaliado (BEN & ROSA, 1983).

Esta característica, presente nas cultivares Toropi e Ponta Grossa 1, talvez seja devido ao fato destas cultivares terem sido selecionadas na ausência da adubação, pois o advento desta prática ocorreu após ao desenvolvimento destas cultivares.

Baseado neste estudo, iniciou-se, ainda em 1981, um programa de melhoramento genético, visando incorporar esta característica, através de retrocruzamento das cultivares BH 1146, Nobre, Londrina, Tucunduva 2-78 e IAC 55 com a Toropi.

4.3.1. Experimento desenvolvido em vasos

Os valores, relativos a análise do solo, obtidos na presença e ausência da aplicação de 120 ppm de P_2O_5 , estão relacionados na Tabela 24. O teor de P no solo (determinado pelo extrator de Mehlich) para a condição de deficiência deste nutriente, pode ser considerado como muito baixo, para a classificação textural do solo utilizado neste estudo (SIQUEIRA et alii, 1987). Para a condição de suprimento de P, o teor verificado no solo ficou próximo ao valor estabelecido para o nível crítico de 9,0 ppm. Os valores de pH em água, alumínio e cálcio + magnésio trocáveis e necessidade de calcário revelam a condição de acidez elevada do solo. Em relação ao potássio disponível e à matéria orgânica, os dados da análise do solo mostram um bom suprimento de potássio e um teor médio de matéria orgânica.

Tabela 24 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas após a colheita das plantas.

P ₂ O ₅ ppm	pH	MO	P*	K	Al	Ca+Mg	NC t/ha
	H ₂ O	%	ppm		meq/100 g		
00	4,5	4,5	2,0	99	1,9	4,3	8,9
120	4,5	4,5	8,0	98	1,8	4,4	8,9

* Extrator de Mehlich.

Nestas condições de solo, foram estudados genótipos de trigo, em geração F₆, obtidos através de retrocruzamento das cultivares BH 1146 (BH*/2Tp), Nobre (N*/2Tp), Londrina (LD*/2Tp), Tucunduva 2-78 (Tuc*/2Tp) e IAS 55 (IAS 55*/2Tp) com a Toropi.

O comportamento dos genótipos de trigo, em relação a P no solo, foi avaliado através da produção de matéria seca da parte aérea das plantas (MS), colhidas na floração (Tabelas 25 a 29).

Tabela 25 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo, provenientes do cruzamento BH*/2Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS, em g/vaso		MS %
	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	18,58 bc	26
14923	3,38 b	16,83 cd	20
14916	3,99 b	15,78 cde	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
BH1146(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

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

%= Sem Px100/com P.

Tabela 26 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo, provenientes do cruzamento N*/2Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS, em g/vaso		MS %
	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

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

%= Sem Px100/com P.

Tabela 27 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo, provenientes do cruzamento LD*/2Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS, em g/vaso		MS %
	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	16,97 cd	44
14949	4,90 abc	11,88 d	41

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

%= Sem Px100/Com P.

Tabela 28 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo, provenientes do cruzamento Tuc*/2Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS, em g/vaso		MS %
	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
Tucunduva2=78(Tuc)	0,83 b	7,95 cd	10
14954	2,24 b	7,27 d	31

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

%= Sem Px100/Com P.

Tabela 29 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta (MS) de genótipos de trigo, provenientes do cruzamento IAS 55*/2Tp, em resposta a P no solo.

Genótipo	MS, em g/vaso		MS %
	Sem P	Com P	
Toropi(Tp)	9,55 a	27,86 a	33
14968	3,56 b	15,57 b	23
IAS55	3,51 b	13,11 c	28
14968	2,64 b	12,24 c	22
14966	3,02 b	10,78 c	28

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

%= Sem Px100/Com P.

A análise da variância dos dados referentes à produção de matéria seca da parte aérea da planta, revelou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos, adubação fosfatada (DP), genótipo (G) e para a interação DP x G, em todos os cruzamentos avaliados (Tabela 30). A significância para a interação DP x G revela um comportamento diferenciado, entre os genótipos de trigo avaliados, em relação a P no solo.

Os valores obtidos para o coeficiente de variação podem ser considerados médios a altos para experimentos conduzidos em vasos (Tabela 30). Este fato pode ser explicado pela condição de extrema deficiência de P no solo, na ausência da adubação fosfatada (Tabela 24), ocasionando produções de matéria seca da parte aérea muito baixas, quando comparada as obtidas na condição de suprimento de P no solo e também pela presença, ainda, de heterose nos materiais avaliados. TERMAN (1959) observou uma relação negativa entre os valores registrados para o coeficiente de variação e os valores de produção de matéria seca de várias espécies. Este autor verificou também, que os valores do coeficiente de variação tendiam a diminuir, quando as culturas eram cultivadas em solos com teores elevados de P.

Os genótipos BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78 apresentaram respostas a P acentuadas, para o parâmetro MS, quando comparadas a Toropi (Tabelas 25, 26 e 28). Já, as cultivares Londrina e IAS 55 tiveram acréscimos pela a adição de P ao solo, menores ou equivalentes a Toropi, respectivamente (Tabelas 27 e 29). A alta resposta dos materiais à adubação fosfatada evidencia a condição de limitação forte de P no solo utilizado neste estudo.

Tabela 30 - Resumo da análise da variância dos dados de produção de matéria seca da parte aérea de genótipos de trigo (G), oriundos dos cruzamentos BH*/2Tp, N*/2Tp, LD*/2Tp, Tuc*/2Tp e IAS55*/2Tp, obtidos em resposta a adição de P ao solo (DP).

CV	BH*/2Tp		N*/2Tp		LD*/2Tp		Tuc*/2Tp		IAS 55*/2Tp	
	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	14,857**	6	27,342**	4	25,439**
Resíduo	62	2,878	34	2,342	54	3,712	26	4,145	18	1,761
CV'	16,12		13,66		17,68		25,31		13,03	

** Significativo a 5% de probabilidade; * = significativo a 1%; ns = não significativo.

Os dados relativos à produção de matéria seca da parte aérea, dos genótipos procedentes do cruzamento BH*/2Tp e das cultivares progenitoras Toropi e BH 1146, são apresentados na Tabela 25. Os materiais oriundos deste cruzamento tiveram valores, para o parâmetro MS, em solo com suprimento de P, inferiores ao verificado para a cultivar Toropi e superiores ou equivalentes ao encontrado para a BH 1146, indicando uma diminuição no porte das plantas, pela seleção, em relação à Toropi. Também em condição de deficiência de P no solo, os genótipos selecionados apresentaram produções de matéria seca da parte aérea da planta inferiores à verificada para a cultivar Toropi e, em valores absolutos, iguais ou superiores à observada para a cultivar BH 1146. A redução no porte dos materiais selecionados, em relação à Toropi, faz parte do propósito da seleção, a qual objetiva obter-se genótipos com características agrônômicas semelhante à BH 1146, porém com o comportamento da Toropi em relação a P no solo.

Quanto à resposta a P, os genótipos selecionados tenderam a apresentar incrementos, em percentagem, na produção de matéria seca da parte aérea, intermediários aos verificados para as cultivares Toropi e BH 1146, com a adição deste nutriente ao solo (Tabela 25). A Toropi, na condição de solo deficiente em P, apresentou uma produção de matéria seca da parte aérea equivalente a 39% da obtida na presença da adubação fosfatada (MS = 100%), enquanto que a cultivar BH 1146 atingiu apenas a 20%. Os genótipos provenientes do cruzamento entre estes progenitores tiveram produções variáveis entre 20 e 34% da obtida na condição de suprimento de P.

Os dados relativos à produção de matéria seca da parte aérea, dos genótipos oriundo do cruzamento N*/2Tp e das cultivares progenitoras Toropi e Nobre, podem ser visualizados na Tabela 26. Os materiais procedentes deste cruzamento apresentaram valores, para o parâmetro MS, em solo com suprimento de P, inferiores ao observado para a cultivar Toropi e semelhantes ou inferiores ao verificado para a Nobre, evidenciando, conforme o observado para o cruzamento BH*/2Tp, uma redução no porte das plantas, através da seleção, em relação à Toropi. Em condições de solo deficiente em P, estes genótipos tiveram produções inferiores à da cultivar Toropi e, em valores absolutos, maiores ou menores à observada para a cultivar Nobre. Em relação à resposta a P, a Toropi apresentou uma produção, para a condição de solo deficiente em P, equivalente a 32% da obtida em solo com suprimento deste nutriente (MS =100%), enquanto que a Nobre atingiu apenas a 20%. Os genótipos procedentes deste cruzamento tiveram valores entre 20 e 34% do obtido na condição de suprimento de P.

Os dados referentes à produção de matéria seca da parte aérea, dos genótipos provenientes do cruzamento LD*/2Tp e das cultivares progenitoras Toropi e Londrina, situam-se na Tabela 27. Os materiais selecionados a partir deste cruzamento tiveram valores, para o parâmetro MS, em solo com suprimento de P, inferiores ao obtido para a cultivar Toropi, com exceção de um genótipo que apresentou produção equivalente. Em relação à cultivar Londrina, os genótipos selecionados tiveram produções de matéria seca da parte aérea, iguais ou superiores, indicando a mesma tendência verificada nos cruzamentos BH*/2Tp e N*/2Tp. Em condição de deficiência

de P no solo, os genótipos progenitores apresentaram valores, para o parâmetro MS, equivalentes. Já os genótipos, oriundos deste cruzamento, tiveram valores iguais ou inferiores ao obtido para a cultivar Toropi e, em valores absolutos, semelhantes ou inferiores ao verificado para a cultivar Londrina. Também, quanto à resposta a P, o material avaliado mostrou-se mais dependente da presença deste nutriente no solo, quando comparado aos genótipos progenitores. A cultivar Londrina apresentou uma resposta à adubação fosfatada menos acentuada do que verificada para a Toropi, indicando uma menor dependência a limitação de P no meio de crescimento daquela cultivar em relação à Toropi. Este fato, talvez possa explicar o insucesso na obtenção de genótipos, oriundos deste cruzamento, com a característica em estudo.

Os dados relativos à produção de matéria seca da parte aérea, dos genótipos oriundos do cruzamento Tuc*/2Tp e das cultivares progenitoras Toropi e Tucunduva 2-78, são mostrados na Tabela 28. Os materiais provenientes deste cruzamento apresentaram valores, para o parâmetro MS, em solo com suprimento de P, inferiores ao encontrado para a cultivar Toropi e iguais ou superiores ao verificado para a Tucunduva 2-78, confirmando a tendência observada para os demais cruzamentos. Em condição de deficiência de P no solo, todos os genótipos apresentaram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à observada para a cultivar Toropi e, em valores absolutos, superiores à cultivar Tucunduva 2-78. Quanto à resposta a P, a Toropi teve uma produção, para a condição de solo com limitação deste nutriente, equivalente a 34% da obtida na condição de suprimento de P (MS = 100%), enquanto que a Tucunduva 2-78 alcançou apenas a 10%. Os ge-

nótipos procedentes deste cruzamento tiveram valores entre 16 e 31% do obtido na condição de suprimento de P.

Os dados referentes à produção de matéria seca da parte aérea, dos genótipos provenientes do cruzamento IAS 55*/2Tp e das cultivares progenitoras, encontram-se na Tabela 29. Os materiais procedentes deste cruzamento tiveram valores, para o parâmetro MS, em solo com suprimento de P, inferiores ao obtido para a cultivar Toropi e iguais ou superiores ao verificado para a IAS 55, confirmando a tendência observada para os demais cruzamentos. Em condição de solo deficiente neste nutriente, todos os genótipos tiveram produções de matéria seca da parte aérea inferiores à registrada para a cultivar Toropi e semelhantes à obtida para a cultivar IAS 55. Quanto à resposta a P, a Toropi teve uma produção, para a condição de solo deficiente em P, equivalente a 33% da obtida em solo com suprimento neste nutriente (MS = 100%), enquanto que a IAS 55 alcançou a 28%. Os genótipos, provenientes deste cruzamento, atingiram índices entre 22% e 26%. A semelhança no tipo de resposta a P verificada para as cultivares progenitoras, talvez possa explicar o insucesso na obtenção de material com a característica em estudo.

A cultivar Toropi, quando comparada aos genótipos BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78, apresentou uma maior capacidade para crescer em solo deficiente em P e menor índice de resposta a adição deste nutriente ao solo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por BEN & ROSA (1983).

Os genótipos oriundos destes progenitores, embora ainda com maior resposta a P da observada para a culti-

var Toropi, apresentaram uma tendência de diminuir o índice de resposta em relação às cultivares BH 1146, Nobre e Tucunduva 2-78. Esta tendência não foi verificada no material proveniente do cruzamento da cultivar Toropi com a Londrina e com a IAS 55, onde a cultivar Toropi apresentou resposta a P inferior a verificada para a Londrina e semelhante a observada para a IAS 55. Os genótipos procedentes destes cruzamentos tiveram respostas a adubação fosfatada equivalentes ou superiores às obtidas para os progenitores.

4.3.2. Experimento desenvolvido a campo

Os valores, relativos a análise do solo, obtidos na ausência e na presença da aplicação de 80 kg/ha de P_2O_5 podem ser visualizados na Tabela 31. O teor de P disponível (extrator de Mehlich), verificado para o tratamento sem P, pode ser considerado baixo, para a classificação textural do solo estudado (SIQUEIRA et alii, 1987). Para o tratamento com P, o teor deste nutriente no solo ficou aquém ao esperado, permanecendo ainda em nível considerado baixo. Os valores de pH em água, alumínio e cálcio + magnésio trocáveis e necessidade de calcário mostram a acidez elevada do solo utilizado neste estudo. Em relação à disponibilidade de potássio e matéria orgânica, os dados da análise do solo revelam um bom suprimento de potássio e um nível médio de matéria orgânica.

Neste experimento foram estudadas genótipos de trigo obtidas por retrocruzamento das cultivares BH 1146 (BH*/2Tp) e Nobre (N*/2Tp) com a Toropi e selecionados em solo em condições de acidez e deficiência de P.

Fizeram também parte do experimento, além dos genótipos progenitores, alguns atualmente em cultivo no Brasil e uma cultivar de Triticale.

Tabela 31 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas após a colheita das plantas.

P_2O_5 kg/ha	pH H ₂ O	MO %	<u>P*</u> ppm	<u>K</u> ppm	<u>Al</u> meq/100g	<u>Ca+Mg</u> meq/100g	NC t/ha
0	4,8	3,8	4,5	71	2,9	3,6	8,7
80	4,8	3,7	5,3	60	2,8	4,6	9,2

* Extrator de Mehlich.

Na Tabela 32, estão relacionados os genótipos avaliados, juntamente com os dados referentes a ciclo, altura e densidade de plantas.

Os genótipos, provenientes dos cruzamentos BH*/2Tp e N*/2Tp, tenderam a apresentar o ciclo e a altura de planta semelhantes, respectivamente, à cultivar BH 1146 e à Nobre e inferiores aos valores observados para a cultivar Toropi (Tabela 32). A redução no ciclo e no porte do material, em relação à Toropi, faz parte do propósito da seleção, a qual visava obter genótipos com características agronômicas semelhantes a BH 1146 e a Nobre, porém com o comportamento da cultivar Toropi, em relação a P no solo.

Os genótipos avaliados tiveram, com a adição de P ao solo, uma diminuição no ciclo e um aumento na altura de planta (Tabela 32). Não se registrou influência desta prática sobre a densidade de plantas.

Tabela 32 - Ciclo, em dias, altura, em cm, e densidade de plantas de genótipos de trigo em resposta a P no solo.

Genótipo	Origem	Floração		Maturação		Altura		Plantas/m ²	
		Sem P	Com P	Sem P	Com P	Sem P	Com P	Sem P	Com P
Toropi (Tp)		106	97	145	143	110	115	309	277
RH1146 (BH)		78	74	133	130	90	100	251	293
PF84706	BH*/2Tp	70	66	127	123	90	105	326	322
PF84707	BH*/2Tp	74	66	127	123	100	105	327	341
PF84708	BH*/2Tp	74	66	127	123	95	105	340	321
PF84709	BH*/2Tp	74	66	127	123	100	110	321	299
PF84710	BH*/2Tp	74	66	127	123	95	110	326	311
PF84711	BH*/2Tp	74	66	127	123	83	110	311	309
PF84712	BH*/2Tp	74	66	127	123	95	105	344	298
PF84713	BH*/2Tp	74	66	127	123	95	110	363	299
PF84714	BH*/2Tp	74	66	127	123	95	110	363	308
PF84716	BH*/2Tp	74	70	127	123	90	110	303	297
PF84717	BH*/2Tp	74	66	127	123	90	110	286	292
PF84718	BH*/2Tp	74	67	127	123	90	110	310	337
PF84719	BH*/2Tp	70	67	127	123	85	110	328	321
PF84720	BH*/2Tp	74	66	127	123	100	110	323	271
PF84724	BH*/2Tp	74	66	123	123	95	105	307	307
PF84726	BH*/2Tp	70	66	127	123	95	105	342	331
PF84728	BH*/2Tp	74	70	130	127	100	100	327	302
PF84731	BH*/2Tp	70	66	127	123	90	105	325	301
PF84736	BH*/2Tp	74	74	133	130	105	105	284	293
PF84737	BH*/2Tp	74	74	133	130	100	105	315	308
PF84738	BH*/2Tp	74	74	133	130	100	110	333	283
PF84739	BH*/2Tp	78	74	133	130	105	105	329	308
PF84740	BH*/2Tp	78	74	133	130	105	100	328	319
PF84741	BH*/2Tp	78	74	133	130	105	105	287	276
PF84742	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	110	317	342
PF84743	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	105	325	323
PF84744	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	105	292	314
PF84745	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	110	315	314
PF84746	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	105	314	329
PF84747	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	100	333	320
PF84748	BH*/2Tp	78	74	130	130	95	100	319	340
PF84749	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	100	305	311
PF84750	BH*/2Tp	78	74	130	130	105	110	354	343
PF84751	BH*/2Tp	78	74	133	130	100	105	327	314
PF84752	BH*/2Tp	78	74	133	130	95	100	335	327
PF84702	N*/2Tp	74	70	129	127	95	105	313	313
PF84703	N*/2Tp	78	70	129	127	95	102	298	315
PF84704	N*/2Tp	74	70	127	127	101	105	344	331
PF84705	N*/2Tp	74	70	127	127	95	105	313	304
Hobre (N)		78	78	133	139	91	110	300	321
Trigo BR14		78	76	127	123	90	95	317	302
Minuano 52		81	80	133	130	102	115	293	279
CTE 8		86	84	133	130	90	95	336	330
IAC 5-Maringá		80	76	133	127	105	110	313	319
Triticale BR1		66	63	123	123	85	95	301	317
Média		76	72	133	127	97	110	312	305

A variável densidade de plantas apresentou valores, para o coeficiente de variação, de 10,38% para parcela e 6,97% para subparcela, com uma média geral de 315 plantas/m². Estes valores podem ser considerados bons para experimento desenvolvido a campo.

Os dados, relativos aos parâmetros produção de grãos (Gr), produção de palha (Pa) e produção de palha + grãos (Pa + Gr), dos diferentes genótipos de trigo obtidos em resposta a P, encontram-se na Tabela 33.

As análises da variância dos dados de produção de grãos e de palha + grãos podem ser visualizadas na Tabela 34. Para a produção de grãos, observou-se significância, ao nível de 1% de probabilidade, apenas para o tratamento genótipo. Para o parâmetro palha + grãos registrou-se significância, ao nível 5%, para os tratamentos doses de P₂O₅ (DP) e genótipo (G). A interação DP x G, manifestada através dos parâmetros Gr e Pa + Gr, mostra a presença de comportamento diferenciado entre os genótipos, em relação a P no solo.

Procedeu-se também as análises da variância dos dados de produção de grãos e de palha + grãos dos genótipos de trigo oriundos do cruzamento BH*/2Tp e selecionados em solo com limitação de P (Tabela 35). Para o parâmetro Gr, não foi registrada significância para o efeito da adubação fosfatada, observando-se significância, ao nível de 1% de probabilidade, para o tratamento genótipo. Para o parâmetro Pa + Gr, verificou-se efeito significativo, ao nível de 5%, para a adubação fosfatada e, a 1%, para o tratamento genótipo. Não foi verificada significância para a interação DP x G, para ambas as variáveis Gr e Pa + Gr, evi-

Tabela 33 - Produção de grãos, palha e palha+grãos, em Kg/ha, e relação palha/grãos de genótipos de trigo em resposta a P no solo.

Genótipos	Origem	Grãos			Palha			Palha+Grãos			Palha/Grãos	
		Sem P	Com P	dt	Sem P	Com P	dt	Sem P	Com P	dt	Sem P	Com P
Yoropi (Tp)		1597	1851	18	5603	6146	9	7200	8097	11	3,6	3,2
BR1146 (BH)		1903	2368	20	3553	4832	26	5442	7200	24	1,9	2,0
FF84706	BH*/2Tp	2042	2312	12	3233	3998	19	5275	6310	16	1,6	1,7
FF84707	BH*/2Tp	1625	1882	14	3525	4679	25	5150	6561	22	2,2	2,5
FF84708	BH*/2Tp	1715	1917	16	3539	4373	19	5254	6290	16	2,1	2,3
FF84709	BH*/2Tp	1847	1958	6	3852	4756	19	5699	6714	15	2,1	2,4
FF84710	BH*/2Tp	1903	1826	n	3831	4415	13	5734	6241	8	2,0	2,4
FF84711	BH*/2Tp	1882	1833	n	3768	4269	12	5650	6202	7	2,0	2,3
FF84712	BH*/2Tp	1819	1979	8	3657	4429	17	5476	6408	16	2,0	2,2
FF84713	BH*/2Tp	1771	1862	6	3733	4213	11	5504	6095	10	2,1	2,2
FF84714	BH*/2Tp	1736	1882	8	3428	4436	23	5164	6318	18	2,0	2,4
FF84716	BH*/2Tp	1875	2042	8	3761	4282	12	5636	6324	11	2,0	2,1
FF84717	BH*/2Tp	1896	1861	n	3629	4364	17	5525	6255	12	1,9	2,3
FF84718	BH*/2Tp	1840	1930	5	3595	4374	18	5435	6304	14	2,0	2,3
FF84719	BH*/2Tp	1792	2125	16	3532	4408	20	5324	6533	18	2,0	2,1
FF84720	BH*/2Tp	1688	1896	11	3476	4533	23	5164	6429	20	2,1	2,4
FF84724	BH*/2Tp	1688	1667	n	3656	4154	12	5344	5824	8	2,2	2,5
FF84726	BH*/2Tp	1917	1993	4	3573	4060	12	5490	6053	9	1,9	2,0
FF84728	BH*/2Tp	2090	2153	3	3810	4206	9	5908	6359	7	1,8	2,0
FF84731	BH*/2Tp	2153	2375	9	3164	3929	19	5317	6304	16	1,5	1,6
FF84736	BH*/2Tp	1772	2278	22	3671	4575	20	5442	6853	20	2,1	2,6
FF84737	BH*/2Tp	1951	2264	14	3817	4985	23	5768	7249	20	2,0	2,2
FF84738	BH*/2Tp	1965	2180	10	4193	4784	12	6150	6964	12	2,1	4,2
FF84739	BH*/2Tp	1896	2104	10	3740	4957	24	5636	7061	20	2,0	2,4
FF84740	BH*/2Tp	1896	2180	13	3608	4645	22	5504	6825	19	1,9	2,1
FF84741	BH*/2Tp	2257	2333	3	4227	4749	11	6484	7082	8	1,9	2,0
FF84742	BH*/2Tp	1736	2243	23	3268	5034	35	5004	7277	31	1,9	2,2
FF84743	BH*/2Tp	2014	2278	12	3768	4665	19	5782	6943	17	1,9	2,0
FF84744	BH*/2Tp	1938	2236	13	3879	4575	15	5817	6811	14	2,0	2,0
FF84745	BH*/2Tp	1958	2167	10	3977	4720	16	5935	6887	16	2,0	2,2
FF84746	BH*/2Tp	1875	2139	12	3525	4637	24	5400	6776	18	1,9	2,2
FF84747	BH*/2Tp	1524	2236	14	3844	4825	20	5768	7061	18	2,0	2,2
FF84748	BH*/2Tp	1861	2236	17	3678	4603	20	5539	6839	19	2,0	2,1
FF84749	BH*/2Tp	1896	2160	12	3518	4612	24	5414	6772	20	1,9	2,1
FF84750	BH*/2Tp	1903	2076	8	3761	4811	22	5664	6887	18	2,0	2,3
FF84751	BH*/2Tp	1896	2146	12	3907	4818	19	5803	6964	17	2,1	2,2
FF84752	BH*/2Tp	1778	2034	13	3719	4804	22	5497	6939	20	2,1	2,5
FF84762	H*/2Tp	2054	2424	17	3445	4213	18	5463	6637	18	1,7	1,7
FF84703	H*/2Tp	1872	2324	15	3328	4102	19	5308	6456	15	1,6	1,7
FF84704	H*/2Tp	1826	2333	22	3095	4179	26	4921	6512	24	1,7	1,7
FF84705	H*/2Tp	1930	2222	13	3249	3984	18	5179	6206	16	1,7	1,8
Nobre (H)		1604	1882	15	4171	5156	19	5775	7038	18	2,6	2,7
Trigo BR14		1938	2438	20	3045	3956	23	4983	6394	22	1,6	1,6
Minuano 82		2278	2472	8	4206	5193	19	6494	7695	15	1,8	2,1
CTH 8		1806	2319	22	2920	3630	20	4726	5949	20	1,6	1,6
IAC 5-Maringá		2354	2361	n	3748	4992	25	6102	7353	17	1,6	2,1
Triticale BR1		2056	2930	30	2121	3499	39	4177	6429	33	1,8	1,7
Média		1896b	2146a		3640a	4515a		5536b	6661a			

As letras comparam médias na horizontal pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, dt = 102 - sem P, 102 - com P, 102 - com P e dt de sãncia de resposta positiva.

Tabela 34 - Resumo da análise da variância dos dados de produção de grãos e de palha + grãos, em g/parcela de genótipos (G) de trigo obtidos em resposta a adição de P ao solo (DP).

CV	GL	QM	
		Grãos ¹	Palha+Grãos
Bloco	2	776249,639 ^{ns}	524391,578 ^{ns}
DP	1	4542780,189 ^{ns}	5138100,089*
Resíduo(a)	2	218958,159	51793,706
G	46	192847,544**	61806,125*
DPxG	46	46393,942**	13616,393*
Resíduo(b)	184	27201,439	8380,142
CV%(a)		23,14	15,55
CV%(b)		8,16	6,25

¹ dados transformados em $X - 4,1667$.

*= Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns= não significativo.

Tabela 35 - Resumo da análise da variância dos dados de produção de grãos e de palha+grãos, em g/parcela, de genótipos(G) de trigo, provenientes do cruzamento BH*/2Tp, obtidos em resposta a adição de P no solo(DP).

CV	GL	QM	
		Grãos	Palha+Grãos
Bloco	2	31817,976 ^{ns}	424972,262 ^{ns}
DP	1	121440,476 ^{ns}	3328921,905*
Resíduo	2	9910,833	47215,833
G	34	6708,844**	26587,304**
DPxG	34	1605,917 ^{ns}	12647,640 ^{ns}
Resíduo(b)	136	1450,312	9132,651
CV%(a)		20,95	14,89
CV%(b)		8,01	6,55

*= Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns = não significativo.

denciando um comportamento semelhante destes genótipos em relação a P no solo, ao contrário do observado na análise de todos os genótipos estudados.

A cultivar Toropi apresentou os maiores valores para a produção de palha ou palha + grãos, tanto na ausência como na presença da adubação fosfatada, em relação aos demais genótipos estudados, concordando com resultados obtidos em condições de vasos (Tabelas 25 e 33).

As cultivares Minuano 82 e Nobre foram, depois da Toropi, as que tiveram as maiores produções de palha, em ambos os tratamentos sem e com P (Tabela 33). Seguiram-se, em valores decrescentes, para este parâmetro, as cultivares IAC 5-Maringá, BH 1146, BR 14, CNT 8 e a cultivar de Triticale BR 1.

Entre estas cultivares, a Toropi, juntamente com a Nobre, apresentaram os menores valores para a produção de grãos, tanto na ausência como na presença da adubação fosfatada (Tabela 33). Na ausência desta prática, os maiores valores, para o parâmetro Gr, foram registrados para a cultivar IAC 5-Maringá e a Minuano 82. Em condições de suprimento deste nutriente no solo, a cultivar de Triticale BR 1 apresentou a maior produção de grãos.

Os maiores índices para a relação palha/grão foram registrados para a cultivar Toropi, os quais tenderam a decrescer com a adição de P ao solo, contrariando o verificado para os demais genótipos. Os valores elevados, para esta relação, devem-se à sua maior capacidade para a produção de palha e baixo potencial para a produção de grãos, quando comparada com cultivares atualmente em cultivo no Brasil (Tabela 33). A cultivar Toropi, em função desta caracterís-

tica e por possuir ciclo longo, foi cultivada no Rio Grande do Sul, também com dupla finalidade, pastoreio e produção de grãos.

A cultivar Nobre, depois da Toropi, teve os maiores índices para a relação palha/grão (Tabela 33). Os menores índices, para esta relação, foram registrados para as cultivares BR 4 e CNT 8, ocupando a BH 1146, a Minuano 82 e a IAC 5-Maringá valores intermediários entre aquelas cultivares e a Nobre. A cultivar de Triticale BR 1 apresentou valores, para a relação palha/grão, inferiores aos observados para os genótipos de trigo.

Os genótipos provenientes do cruzamento BH*/2Tp tiveram valores, para os parâmetros Pa e Pa + Gr, inferiores aos verificados para a cultivar Toropi, tendendo aproximarem-se dos valores encontrados para a BH 1146 (Tabela 33). Estes resultados estão de acordo com os observados para ciclo e a altura de plantas e com os verificados em condições de vasos (Tabelas 25 e 32).

Para o parâmetro produção de grãos, na ausência da adubação fosfatada, os genótipos, em sua maioria, superaram a cultivar Toropi, contrariando o registrado para os parâmetros Pa e Pa + Gr (Tabela 33). Nestas condições de solo, destacaram-se as linhagens PF 84741 e PF 84731 com os maiores rendimentos de grãos. Na presença da adubação fosfatada, salientaram-se as linhagens PF 84706, PF 84731 e PF 84741, com valores, para este parâmetro, equivalentes ao verificado para cultivar BH 1146 e superiores ao registrado para a Toropi. Os demais genótipos, em sua maioria, tiveram produções de grãos equivalentes à obtida para a cultivar Toropi ou inferiores ao verificado para BH 1146, nestas condi-

ções de solo.

Os genótipos, oriundos deste cruzamento, tiveram índices, para a relação palha/grão, inferiores aos observados para Toropi, tendendo a aproximarem-se dos valores observados para a BH 1146 (Tabela 33).

Os genótipos, provenientes do cruzamento N*/2Tp, tiveram valores, para os parâmetros Pa e Pa + Gr, inferiores aos verificados para as cultivares progenitoras Toropi e Nobre, concordando com o observado para o ciclo e a altura de planta (Tabelas 32 e 33). A redução no porte das plantas, manifestada através do parâmetro matéria seca da parte aérea, em relação à Toropi, também foi verificado em condições de vasos (Tabela 26).

Para o parâmetro produção de grãos, os genótipos procedentes deste cruzamento apresentaram valores, tanto na ausência como na presença da adubação fosfatada, superiores aos encontrados para as cultivares progenitoras Toropi e Nobre (Tabela 33). O maior potencial, para a produção de grãos, observado para estes genótipos, em relação aos pais, possivelmente seja devido o seu melhor tipo agrônômico. Este material teve valores, para relação palha/grão, considerados baixos, quando comparados às cultivares progenitoras (Tabela 33).

A resposta dos genótipos estudados a P no solo, manifestada através dos parâmetros Gr, Pa e Pa + Gr, pode ser visualizada na Tabela 33. De um modo geral, o efeito da adubação fosfatada foi mais pronunciado para a produção de palha do que para a produção de grãos. As diferenças nas respostas a este nutriente não foram uniformes entre os genótipos, oscilando desde pequenas ou nulas como a observada

para PF 84702 até a valores consideráveis, como a verificada para a cultivar IAC 5-Maringá. Esta cultivar não respondeu à adição de P ao solo, para o parâmetro Gr, e mostrou-se responsiva para os parâmetros Pa ou Pa + Gr, tendo-se um acréscimo equivalente a 25% para a variável Pa. Em razão disso, os índices para a relação palha/grão tenderam a crescer com a utilização desta prática. Faz exceção a cultivar Toropi, a qual apresentou menor resposta a P no solo para a produção de palha do que a verificada para a produção de grãos. Por esta razão, os valores, para a relação palha/grão, tenderam a decrescer, para esta cultivar, com a aplicação deste nutriente ao solo.

Entre as cultivares, a BH 1146, a Nobre, a BR 14, a CNT 8 e a cultivar Triticale BR 1 mostraram-se responsivas a P no solo, tanto para a produção de palha como para a de grãos (Tabela 33). A cultivar Minuano 82 mostrou-se responsiva, para a produção de palha e pouco influenciada pela adição deste nutriente ao solo, para a produção de grãos. A cultivar IAC 5-Maringá manifestou resposta a P no solo, apenas para as produções de palha.

Os genótipos provenientes do cruzamento BH*/2Tp apresentaram respostas à adubação fosfatada, para o parâmetro Pa, iguais ou superiores à registrada para a cultivar Toropi (Tabela 33). Para o parâmetro Pa + Gr, observou-se a mesma tendência, para a maioria das linhagens. Em relação a BH 1146, estes genótipos tiveram índices de resposta a P no solo, para estes parâmetros, inferiores ao verificado para aquela cultivar, concordando com resultados obtidos em condições de vasos (Tabelas 25 e 33). Faz exceção apenas a PF 84742, a qual apresentou incrementos, para os pa

parâmetros Pa e Pa + Gr, superiores aos encontrados para a BH 1146.

Em relação à produção de grãos, os genótipos oriundos deste cruzamento tenderam a apresentar índices de resposta a P no solo inferiores aos registrados para as cultivares progenitoras, Toropi e BH 1146, com exceção das linhagens PF 84736 e PF 84742 que tiveram respostas superiores ou equivalentes às aquelas cultivares (Tabela 33). Estes índices de respostas a P no solo foram variáveis entre os genótipos, oscilando desde a ausência de resposta até a acréscimos correspondente a 23%.

Os genótipos provenientes do cruzamento N*/2Tp apresentaram índices de resposta a P no solo, manifestada através dos parâmetros Pa e Pa + Gr, superiores à verificada para a cultivar Toropi e semelhante à registrada para a Nobre (Tabela 33). Faz exceção a PF 84704, a qual mostrou-se mais responsiva a este nutriente que a cultivar Nobre.

Em relação à produção de grãos, os genótipos oriundos deste cruzamento apresentaram índices de respostas a P no solo equivalentes aos registrados para as cultivares progenitoras, com exceção da PF 84704, que teve um acréscimo superior em 4 e 7% aos observados para a Toropi e a Nobre, respectivamente (Tabela 33).

Os dados referentes a P no grão (PG_i), na palha (PPa) e na palha + grão (PPa + PGr), em ppm e em kg/ha, dos genótipos de trigo, obtidos em resposta a adubação fosfatada, são apresentados nas Tabelas 36 e 37.

A análise da variância dos dados do conteúdo de P no grão, na palha e na palha + grãos pode ser visuali-

Tabela 36. Teores de fósforo no grão, na palha e na palha+grãos, em ppm, de genótipos de trigo em resposta a P no solo.

Genótipo	Origem	Grãos		Palha		Palha+grãos	
		Sem P	Com P	Sem P	Com P	Sem P	Com P
Toropi (Tp)		4563	4917	351	729	1326	1787
BR1146 (BH)		3592	4263	330	677	1408	1831
PF84706	BH*/2Tp	3332	3698	321	363	1493	1573
PF84707	BH*/2Tp	3528	4005	398	624	1387	1452
PF84708	BH*/2Tp	3779	4331	378	483	1467	1633
PF84709	BH*/2Tp	3519	4495	316	394	1351	1500
PF84710	BH*/2Tp	4087	3870	399	377	1627	1399
PF84711	BH*/2Tp	4172	4005	368	432	1639	1525
PF84712	BH*/2Tp	3621	4178	381	369	1633	1540
PF84713	BH*/2Tp	3811	4264	334	362	1391	1561
PF84714	BH*/2Tp	3593	4072	376	357	1462	1494
PF84716	BH*/2Tp	3463	3803	423	318	1436	1443
PF84717	BH*/2Tp	3798	4033	377	383	1559	1449
PF84718	BH*/2Tp	3891	4331	326	547	1534	1703
PF84719	BH*/2Tp	3537	4082	374	544	1439	1626
PF84720	BH*/2Tp	3724	4282	382	424	1474	1565
PF84724	BH*/2Tp	4059	4082	309	397	1482	1451
PF84726	BH*/2Tp	2910	4475	411	422	1631	1755
PF84728	BH*/2Tp	3732	3999	339	399	1543	1590
PF84731	BH*/2Tp	3565	3707	277	469	1610	1685
PF84736	BH*/2Tp	4237	4533	312	400	1601	1787
PF84737	BH*/2Tp	4141	3592	285	405	1563	1601
PF84738	BH*/2Tp	3448	3372	341	468	854	1382
PF84739	BH*/2Tp	3635	4207	469	495	1544	1601
PF84740	BH*/2Tp	3672	4245	349	452	1498	1671
PF84741	BH*/2Tp	4468	4619	274	413	1725	1801
PF84742	BH*/2Tp	3878	4158	350	528	1563	1646
PF84743	BH*/2Tp	3981	4149	266	620	1583	1788
PF84744	BH*/2Tp	4744	4226	305	331	1612	1614
PF84745	BH*/2Tp	3766	4687	299	316	1455	1830
PF84747	BH*/2Tp	4112	4273	303	438	1582	1653
PF84748	BH*/2Tp	4253	4470	411	430	1703	1769
PF84749	BH*/2Tp	4234	4544	289	452	1672	1778
PF84750	BH*/2Tp	4215	4544	296	412	1622	1657
PF84751	BH*/2Tp	4263	4633	340	409	1627	1655
PF84752	BH*/2Tp	4782	4788	316	501	1529	1783
PF84702	H*/2Tp	3603	3592	304	426	1516	1583
PF84703	H*/2Tp	3556	3735	447	508	1700	1647
PF84704	H*/2Tp	3589	4034	317	454	1537	1732
PF84705	H*/2Tp	3416	3918	386	417	1517	1665
Hobre (H)		3780	4188	427	588	1361	1567
Trigo BR14		3630	3985	314	267	1398	1630
Minuano 82		3499	4062	235	426	1382	1404
CTM 8		3564	4274	225	240	1449	1757
IAC 5-Maringá		3350	4263	200	287	1615	1643
Triticale BR1		3247	3620	321	264	1781	1729
Média		3775b	4160a	338a	432a	1517a	1633a

As letras comparam médias na horizontal pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 37- Conteúdo de fósforo absorvido, em Kg/ha, no grão, na palha e na palha+grãos de genótipos de trigo em resposta a P no solo.

Genótipo	Origem	Grão		Palha		Palha+Grão	
		Sem P	Com P	Sem P	Com P	Sem P	Com P
Toropi (Tp)		7,30	8,58	1,85	4,42	9,15	14,98
BH1146 (BH)		6,97	10,14	1,18	2,08	8,15	12,22
PF84706	BH*/2Tp	6,80	8,56	1,01	1,38	7,81	9,94
PF84707	BH*/2Tp	5,74	7,54	1,42	1,99	7,16	9,53
PF84708	BH*/2Tp	6,49	8,29	1,33	2,13	7,82	10,42
PF84709	BH*/2Tp	6,50	8,79	1,20	1,87	7,70	10,66
PF84710	BH*/2Tp	7,78	7,06	1,57	1,86	9,35	8,92
PF84711	BH*/2Tp	7,85	7,33	1,61	1,88	9,46	9,21
PF84712	BH*/2Tp	6,59	8,16	1,40	1,63	7,99	9,79
PF84713	BH*/2Tp	6,40	6,02	1,25	1,44	7,65	7,46
PF84714	BH*/2Tp	6,23	7,66	1,27	1,58	7,50	9,24
PF84716	BH*/2Tp	6,48	7,76	1,58	1,36	8,06	9,12
PF84717	BH*/2Tp	7,20	7,52	1,40	1,67	8,60	9,19
PF84718	BH*/2Tp	7,17	8,34	1,16	2,40	8,33	10,74
PF84719	BH*/2Tp	6,34	6,67	1,32	1,94	7,66	10,61
PF84720	BH*/2Tp	6,29	8,13	1,33	1,84	7,62	10,07
PF84724	BH*/2Tp	6,85	6,80	1,13	1,64	7,98	8,44
PF84726	BH*/2Tp	7,50	8,81	1,48	1,72	8,98	10,53
PF84728	BH*/2Tp	7,82	8,43	1,32	1,70	9,14	10,13
PF84731	BH*/2Tp	7,68	8,79	0,88	1,84	8,56	10,63
PF84736	BH*/2Tp	7,52	10,20	1,13	2,02	8,65	12,22
PF84737	BH*/2Tp	7,92	8,24	1,10	2,02	9,02	10,26
PF84738	BH*/2Tp	3,87	7,34	1,46	2,20	5,33	9,54
PF84739	BH*/2Tp	6,91	8,89	1,85	2,44	8,76	11,33
PF84740	BH*/2Tp	7,01	8,25	1,25	2,14	8,26	11,39
PF84741	BH*/2Tp	10,06	10,78	1,16	1,95	11,24	12,73
PF84742	BH*/2Tp	6,67	8,10	1,16	2,66	7,83	11,76
PF84743	BH*/2Tp	8,00	9,45	0,95	2,94	8,95	12,39
PF84744	BH*/2Tp	6,20	9,45	1,20	1,49	7,40	10,94
PF84745	BH*/2Tp	7,35	10,16	1,21	2,41	8,56	12,57
PF84747	BH*/2Tp	7,91	8,57	0,98	2,10	8,89	11,67
PF84748	BH*/2Tp	7,91	8,99	1,50	1,89	9,41	11,88
PF84749	BH*/2Tp	8,03	9,82	1,02	2,04	9,05	11,86
PF84750	BH*/2Tp	8,02	9,46	1,10	1,87	9,12	11,33
PF84751	BH*/2Tp	8,08	8,52	1,34	1,94	9,42	11,46
PF84752	BH*/2Tp	7,28	9,74	1,20	2,43	8,48	12,17
PF84702	H*/2Tp	7,26	8,71	0,98	1,79	8,24	10,50
PF84703	H*/2Tp	7,31	6,79	1,77	2,08	9,08	10,87
PF84704	H*/2Tp	6,59	9,41	0,98	1,89	7,57	11,30
PF84705	H*/2Tp	6,59	8,80	1,27	1,64	7,86	10,44
Mobre (H)		6,06	7,90	1,83	3,01	7,89	10,91
Trigo BR16		7,04	9,14	0,96	1,03	8,00	10,17
Kinuano 82		7,98	10,04	0,99	2,19	8,97	12,23
CKT 8		6,29	8,57	0,66	0,87	6,95	10,44
IAC 5-Maringá		7,89	10,71	0,75	1,38	8,64	12,09
Triticale BR1		6,69	10,60	0,47	0,32	7,16	11,52
Média		7,14b	8,90a	1,24b	1,98a	8,39b	10,86a

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

zada na Tabela 38. Observou-se efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade, da adubação fosfatada (DP) apenas para o teor de P no grão. Para o tratamento genótipo (G), registrou-se significância ao nível de 1%, indicando diferenças entre os mesmos, manifestada através das variáveis PGr, PPa e PPa + PGr. A interação DP x G, significativa ao nível de 1%, evidencia um comportamento diferenciado dos genótipos em relação à resposta a P, manifestada através do teor deste nutriente no grão, porém mostravam-se semelhantes quando comparados através do conteúdo de P na palha. Proce- deu-se também, a análise da variância dos dados do conteúdo de P dos genótipos oriundos do cruzamento BH*/2Tp, selecionados em solo com limitação forte deste nutriente (Tabela 39). Não foi observado significância para a adubação fosfatada, avaliada através das variáveis PGr, PPa e PPa + PGr. Estes genótipos mostraram-se diferentes para as variáveis PGr e PGr + PPa e semelhantes para PPa. A interação DP x G, significativa ao nível de 1%, para as variáveis PGr e PPa + PGr e não significativa para PPa, mostra uma reação diferenciada a P para o teor de P no grão e semelhante para o conteúdo de P na palha.

Em relação ao P total absorvido, presente no grão, na palha e na palha + grãos, a análise da variância revelou significância ao nível de 5% de probabilidade, para a adubação fosfatada e, ao nível de 1% para o tratamento genótipo (Tabela 40). A significância, verificada para a interação DP x G, revela um comportamento diferenciado entre os genótipos quanto à resposta a P no solo, manifestada através destas variáveis. A análise da variância dos dados de P total absorvido, obtidos para os genótipos oriundos do cruza-

Tabela 38 - Resumo da análise da variância dos dados de P no grão, na palha e na palha+grãos, em ppm, de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a adição de P ao solo(DP).

CV	GL	QM		
		Grãos	Palha	Palha+Grãos
Blocos	2	250529,851 ^{ns}	105524,743 ^{ns}	65696,913 ^{ns}
DP	1	10220981,048*	614393,058 ^{ns}	920015,308 ^{ns}
Resíduo(a)	2	388799,808	59299,547	96578,710
G	45	716102,390**	21904,502**	76258,557**
DPxG	45	166859,677**	15358,102 ^{ns}	31750,693**
Resíduo(b)	180	7878,482	12974,600	12115,815
CV%(a)		15,72	63,22	19,73
CV%(b)		2,24	29,57	6,99

* = Significativo a 5% de probabilidade; ** = Significativo a 1%; ns = não significativo.

Tabela 39 - Resumo da análise da variância dos dados de P no grão, na palha e na palha+ grãos, em ppm, de genótipos de trigo (G), provenientes do cruzamento de DH*/ 2Tp, obtidos em resposta a adição de P ao solo (DP).

CV	GL	QM		
		Grãos	Palha	Palha+Grãos
Bloco	2	147374,647 ^{ns}	73076,255 ^{ns}	43907,838 ^{ns}
DP	1	6566829,417 ^{ns}	386976,593 ^{ns}	431940,044 ^{ns}
Resíduo(a)	2	312681,549	19861,726	42221,221
G	33	724484,628**	7855,669 ^{ns}	86803,226**
DPxG	33	192399,174**	12098,563 ^{ns}	29756,418**
Resíduo(b)	132	8891,820	9681,738	10146,974
CV%(a)		13,94	36,38	13,11
CV%(b)		2,35	25,40	6,43

**= Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo.

Tabela 40 - Resumo da análise da variância dos dados de P no grão, na palha e na palha+ grãos, em g/parcela, de genótipos de trigo (G) obtidos em resposta a adição de P ao solo (DP).

CV	GL	QM		
		Grãos	Palha	Palha+Grãos
Bloco	2	927022,623 ^{ns}	279951,489 ^{ns}	2240375,134 ^{ns}
DP	1	12235944,815*	2152506,797*	24633431,250*
Resíduo(a)	2	109496,913	60694,264	264836,054
G	45	241394,798**	51830,537**	289805,605**
DPxG	45	80522,415**	25016,960*	133199,020**
Resíduo(b)	180	28560,868	17176,373	48170,979
CV%(a)		17,20	63,81	22,25
CV%(b)		8,78	33,95	9,49

*=Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns= não significativo.

mento BH*/2Tp, evidenciou resposta dos mesmos a adição de P ao solo, manifestada através das variáveis PGr, PPa e PPa + PGr (Tabela 41). Observou-se significância, ao nível de 1%, para o tratamento genótipo e para a interação DP x G, manifestada através dos variáveis PGr e PPa + PGr, indicado diferenças entre genótipos e reação diferenciada a P no solo. A ausência de significância observada para o tratamento genótipo e para a interação DP x G para a variável PPa, mostra que os mesmos apresentaram quantidades de P na palha semelhantes e não diferiram em sua reação a P no solo.

Em média, para os tratamentos doses de P e genótipo, foram extraídos do solo, para uma produção equivalentes a uma tonelada de grãos, 4,8 kg de P dos quais, 4,0 kg estão contidos no grão. Valores semelhantes foram verificados por diversos autores, conforme SIQUEIRA et alii (1982 e 1989) e FONTOURA et alii (1988).

O teor de fósforo na planta elevou-se com a adição deste nutriente ao solo. Este efeito, para o teor de P no grão, foi estatisticamente significativo pelo teste de Duncan a 5%, passando, na média de todos os genótipos, de 3755 para 4160 ppm com a adubação fosfatada (Tabela 36). Para o conteúdo de P na palha e na palha + grãos, não foi verificada significância estatística, embora os valores de P na palha tenham sido elevados de 388 para 432 ppm, com a aplicação deste nutriente ao solo, e de 1517 para 1633 ppm na palha + grãos.

O conteúdo de P na planta, mostrou-se significativamente maior no grão, aproximadamente 10 vezes mais da a verificada na palha. Os teores de P no grão e na palha apresentaram-se diferenciados entre os genótipos, oscilando,

Tabela 41 - Resumo da análise da variância dos dados de P no grão, na palha e na palha+grãos, em g/parcela, de genótipos de trigo (G) provenientes do cruzamento BH*/2Tp, obtidos em resposta a adição de P ao solo (DP).

CV	GL	QM		
		Grãos	Palha	Palha+Grãos
Bloco	2	645457,799 ^{ns}	187525,549 ^{ns}	1501870,828 ^{ns}
DP	1	6676729,588*	1389960,397*	14021722,005*
Resíduo(a)	2	43159,868	13374,176	89430,328
G	33	278113,496**	13036,901 ^{ns}	301222,270**
DPxG	33	72446,627**	17074,518 ^{ns}	115412,500**
Resíduo(b)	132	27264,030	11688,353	44879,826
CV%(a)		10,90	29,85	13,02
CV%(b)		8,66	27,91	9,23

*= Significativo a 5% de probabilidade; **= Significativo a 1%; ns= não significativo.

em média para os dois níveis de P, de 2660 a 4740 ppm no grão, de 244 a 540 ppm na palha e de 1110 a 1763 ppm na palha + grãos. Estas diferenças nos teores de P, verificados entre os genótipos, embora acentuadas, representam quantidades da ordem de 2,1 e 0,3 kg deste nutriente por tonelada de grãos e de palha, respectivamente.

Em relação ao fósforo total absorvido pela planta, observou-se significância estatística da adubação fosfatada sobre a quantidade deste nutriente no grão, na palha e na palha + grãos (Tabelas 37 e 40). Os valores de P total absorvido elevaram-se, com a utilização desta prática, de 7,14 para 8,90 kg/ha no grão, de 1,24 para 1,98 kg/ha na palha e de 8,39 para 10,88 kg/ha na palha + grãos.

As quantidades de P absorvido pela planta mostraram-se diferenciadas entre os genótipos avaliados. Em média, para os dois níveis de P, os valores oscilaram de 5,6 a 10,43 kg/ha de P no grão, 0,76 a 3,14 kg/ha de P na palha e de 7,46 a 11,77 kg/ha de P na palha + grãos.

Os genótipos com valores extremos para P absorvido no grão não necessariamente apresentavam valores extremos para P absorvido na palha ou na palha + grãos. As variações observadas para estes parâmetros, embora acentuadas entre estes genótipos, representam oscilações na ordem de 4,31 kg/ha de P para a produção média dos mesmos de 7.104 kg/ha de palha + grãos.

A eficiência de utilização de P para a produção de grãos, de palha ou de palha + grãos, determinada pela produção/P absorvido no tecido, em kg/ha, mostrou-se diminuída pela adição deste nutriente ao solo. O efeito depressivo da adubação fosfatada mostrou-se variável entre os ge-

nótipos e foi mais expressivos para a produção de palha do que para a de grãos (Tabela 42). Em média para todos os genótipos, obteve-se um decréscimo, para esta variável, na ordem de 10% para a produção de grãos e de 29% para a produção de palha. Entre os genótipos, os valores, para os índices de eficiência de utilização de P para produção de grãos, oscilaram com a adubação fosfatada desde acréscimos equivalentes a 10% até decréscimos de 71%. Para a produção de palha, obteve-se variações deste acréscimo correspondentes a 24% a decréscimos de 140%. Estas variações verificadas nos valores dos índices de eficiência para a produção de grãos não necessariamente foram observados para estes mesmos genótipos para a produção de palha.

Os genótipos procedentes do cruzamento BH*/2Tp e N*/2Tp, selecionados em solo com limitação forte de P, também apresentaram diferenças nas respostas à adubação fosfatada, manifestadas através dos índices de utilização de P para a produção de grãos e para a produção de palha. Estes índices apresentaram valores diferenciados entre os genótipos oriundos destes cruzamentos.

Os dados, referentes à concentração de P, P total absorvido e à eficiência de utilização deste nutriente para a produção de grãos, palha e palha + grãos, mostram que as diferenças observadas, mesmo nos casos extremos, foram pouco expressivas para promover modificações importantes nas quantidades de P requeridas para o suprimento da planta ou no uso eficiente deste nutriente adicionado ou presente no solo.

Tabela 42- Valores relativos ao índice de utilização do P para a produção de grãos, de palha e depalha+grãos de genótipos de trigo em resposta a P no solo.

Genótipo	Origem	Produção/P absorvido, em kg/ha								
		Grãos			Palha			Palha+Grãos		
		Sem P	Com P	%	Sem P	Com P	%	Sem P	Com P	%
Toropi (Tp)		219	206	- 7	3029	1390	-58	767	563	-26
BR1146 (BR)		273	234	-17	3011	1569	-48	668	563	-15
FFB4706	BH*/2Tp	300	271	-11	3079	2897	- 6	672	636	- 5
FFB4707	BH*/2Tp	283	250	-13	2482	2351	- 6	719	686	- 4
FFB4708	BH*/2Tp	266	231	-14	2661	2053	-36	678	606	-11
FFB4709	BH*/2Tp	286	223	-27	3210	2963	-26	740	630	-15
FFB4710	BH*/2Tp	265	259	+ 5	2440	2460	+ 8	613	716	+ 8
FFB4711	BH*/2Tp	240	250	+ 4	2672	2372	-13	618	623	+ 2
FFB4712	BH*/2Tp	276	242	-14	2612	2718	+ 4	685	654	- 4
FFB4713	BH*/2Tp	277	235	-18	2986	2926	- 2	719	644	-12
FFB4714	BH*/2Tp	278	246	-13	2699	2808	+ 4	686	686	+ 0
FFB4716	BH*/2Tp	289	263	-10	2380	3148	+24	699	693	- 1
FFB4717	BH*/2Tp	263	247	- 6	2592	2613	+ 1	642	681	+ 6
FFB4718	BH*/2Tp	257	231	-11	3099	1822	-70	652	587	-11
FFB4719	BH*/2Tp	283	245	-16	2576	2272	-18	695	616	-13
FFB4720	BH*/2Tp	268	233	-15	2614	2336	-12	678	638	- 6
FFB4724	BH*/2Tp	246	245	+ 0	3235	2530	-27	670	690	+ 3
FFB4726	BH*/2Tp	256	224	-14	2414	2360	- 2	611	570	- 7
FFB4728	BH*/2Tp	267	255	- 5	2886	2474	-17	646	628	- 3
FFB4731	BH*/2Tp	286	270	- 6	3595	2135	-68	621	593	- 4
FFB4736	BH*/2Tp	234	223	- 5	3269	2158	-50	628	556	-13
FFB4737	BH*/2Tp	246	275	+10	3470	2468	-40	639	706	+ 6
FFB4738	BH*/2Tp	508	297	-71	2872	2136	-34	1185	727	-59
FFB4739	BH*/2Tp	274	237	-16	2022	2032	+ 0	643	623	- 3
FFB4740	BH*/2Tp	276	236	-16	2886	2170	-33	666	599	-11
FFB4741	BH*/2Tp	227	216	- 5	3644	2435	-50	577	556	- 4
FFB4742	BH*/2Tp	260	246	- 6	2817	2043	-38	639	619	- 3
FFB4743	BH*/2Tp	252	241	- 4	3806	1567	-140	758	560	-33
FFB4744	BH*/2Tp	236	237	+ 0	3232	3222	- 0	619	622	+ 0
FFB4745	BH*/2Tp	266	213	-25	3287	1958	-68	693	548	-26
FFB4747	BH*/2Tp	243	234	- 4	3922	2298	-71	649	605	- 7
FFB4748	BH*/2Tp	235	224	- 5	2452	2313	- 6	589	571	- 3
FFB4749	BH*/2Tp	236	220	- 7	3469	2261	-52	598	571	- 4
FFB4750	BH*/2Tp	237	219	- 8	3419	2442	-140	621	602	- 3
FFB4751	BH*/2Tp	236	225	- 5	2916	2484	-17	616	608	- 1
FFB4752	BH*/2Tp	244	209	-17	3099	1961	-38	648	561	- 9
FFB4702	H*/2Tp	277	276	+ 0	3519	2354	-48	663	632	- 4
FFB4703	H*/2Tp	270	264	- 2	1880	1972	+ 5	584	594	+ 2
FFB4704	H*/2Tp	277	248	-12	3158	2211	-43	650	576	-13
FFB4705	H*/2Tp	293	252	-16	2558	2400	- 6	660	593	-11
Mobre (M)		265	238	-11	2279	1713	-33	726	644	-13
Trigo BR14		275	267	- 3	3172	3768	+16	623	627	+ 1
Minuano 62		285	246	-16	4248	2372	-79	724	623	-19
CST 8		287	242	-18	4424	4161	- 6	680	570	-19
IAC 5-Karirigá		296	220	-35	4997	3618	-38	706	608	-16
Triticale BR1		307	276	-11	3164	1803	-57	568	558	- 2
Média		266	241	-10	2935	2280	-29	640	612	- 4

% = 100 - 100 . Sem P/Com P.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram relacionar as seguintes conclusões:

- 1- A avaliação de genótipos de trigo, com características de crescimento diferenciadas, deve ser realizada em estágio de desenvolvimento da planta definido;
- 2- O parâmetro produção de matéria seca da parte aérea, mostrou-se adequado para a avaliação de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo ;
- 3- Foram verificadas diferenças entre os genótipos de trigo estudados quanto ao acúmulo de matéria seca e produção de grãos em solo com limitação de fósforo, nas respostas a adição deste nutriente ao solo, na absorção e na eficiência de utilização

de fósforo para a produção de palha e para a produção de grãos;

4- Os genótipos de trigo provenientes de progenitores com comportamento diferenciado em relação a fósforo, para a produção de matéria seca da parte aérea, e selecionados em condições de solo com limitação de fósforo e acidez elevada, apresentaram respostas à adubação fosfatada intermediárias àquelas verificadas para os progenitores;

5- Em condições de limitação de fósforo no solo, salientaram-se, com os maiores rendimentos de grãos, os genótipos de trigo IAC 5-Maringá, Minuano 82, PF 84741 e PF 84731.

6. LITERATURA CITADA

- ANGHINONI, I. & BARBER, S.A. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. Agron. J., Madison, 72: 685-8, 1980.
- ASHER, C.J. & LONERAGAN, J.F. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: I. Growth and phosphorus content. Soil Sci., Baltimore, 103(4): 225-33, 1967.
- BAKER, D. E.; JARRELL, A.E.; MARSHALL, L.E.; THOMAS, W.T. Phosphorus uptake from soils by corn hybrids selected for high and low phosphorus accumulation. Agron. J., Madison, 62: 103-6, 1970.
- BALIGAR, V.C. & BARBER, S.A. Genotypic differences of corn for ion uptake. Agron. J., Madison, 71: 870-3, 1979.
- BARBER, S.A. Influence of the plant root on ion movement in soil. In: CARSON, E.W., ed. The plant root and its environment. Charlottesville, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1974. p.525-64.

- BARTZ, H.R.; KOCHHANN, R.A.; SIQUEIRA, O.J.F.; BORKERT, C.M.
A avaliação das curvas de resposta do trigo à adubação fosfatada, na sucessão trigo-soja. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 7, Passo Fundo, RS, 1975. Trigo-resultados de pesquisa obtidos em 1974. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1975. v. 1, p. 81-6.
- BEN, J.R. Efeito da calagem no comportamento dos elementos, alumínio, cálcio, magnésio e potássio no solo e relações dos mesmos com a planta. Santa Maria, UFSM, 1974. 65p. Tese Mestrado.
- BEN, J.R. Estudo comparativo da resposta a fósforo das culturas trigo, tritivale, colza e tremoço. In: REUNIÃO ANUAL DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA CULTURA DA COLZA. Pelotas, RS, 1984. Colza; resultados de pesquisa 1983. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. p.63-68.
- BEN, J.R. & ROSA, O.S. Comportamento de algumas cultivares trigo em relação a fósforo no solo. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 18(9): 967-72, 1983.
- BEN, J.R.; SCHERER, E.E. & BARTZ, H.R. Efeito da calagem e da adubação fosfatada no rendimento de grãos de trigo (Triticum aestivum L.) em um Latosol Roxo Distrófico. Resultados do 1º ano de cultivo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina, PR, 1977. Resultados de pesquisa em trigo obtidos em Santa Catarina em 1976. Chapecó, EMPASC-Estação Experimental de Chapecó, 1977. p.28-34.

- BRAUNER, J.L. Tolerância de cultivares de trigo (Triticum aestivum L.) ao alumínio e ao manganês: sua determinação, influência na concentração de nutrientes e absorção de cálcio e fósforo. Piracicaba, ESALQ, 1989. 211p. Tese Doutorado.
- BRUETSCH, T.F. & ESTES, G.O. Genotype variation in nutrient uptake efficiency in corn. Agron. J., Madison, 68: 521-3, 1976.
- CAMARGO, C.E. de O. Efeito de diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva e no solo no comportamento de cultivares de trigo. Bragantia, Campinas, 43(1): 63-86, 1984.
- CAMARGO, C.E.O. & OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. Bragantia, Campinas, 40: 21-31, 1981.
- CIARELLI, D.M. Eficiência na absorção e utilização do fósforo por genótipos de milho (Zea mays L.), em solução nutritiva. Piracicaba, ESALQ, 1989. 110p. Tese Mestrado.
- CLARK, R.B. & BROWN, J.C. Corn lines differ in mineral efficiency. Ohio Rep. Rs. Dev. Agric., Home Econ. Nat. Resour., Wooster, 60: 83-6, 1975.
- CLARK, R. B. & BROW, J.C. Differential phosphorus uptake by phosphorus-stressed corn inbreds. Crop. Sci., Madison, 14: 505-8, 1974.
- CLARK, R.B.; MARANVILLE, J.W.; GORZ, H.J. Phosphorus efficiency of sorghum grown with limited phosphorus.

- In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PLANT ANALYSIS AND FERTILIZER PROBLEMS, 8., Auckland, 1978. Plant nutrition; proceedings, edited by A.R. Ferguson and others. Wellington, Government Printer, 1978. p. 93-8.
- CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; SARRUGE, J. R.; PALHANO, J.P.; CAMPO, R.J. Calagem, adubação e nutrição mineral da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Ecologia, manejo e adubação da soja. Londrina, 1979. p. 19-62. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 2).
- ELLIOT, G.C. & LAUCHLI, A. Phosphorus efficiency and phosphate-Iron Interaction in maize. Agron., J., Madison, 77: 399-403, 1985.
- FAGERIA, N.K. & BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. Pesq. agropec. bras., Brasília, 16(6): 777-82, 1981.
- FONTOURA, J.U.G.; FABRICIO, A.C.; HAAG, H.P. Matéria seca, absorção e exportação de macro e micronutrientes pelo trigo, sob regime de sequeiro e irrigado em Latossolo Roxo. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 83 p.
- FOX, R.H. Selection for phosphorus efficiency in corn. Commun. Soil Sci. Plant Anal., New York, 9: 13-37, 1978.
- FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; AZZINE, L.E.; CAMARGO, O.B.A. Avaliação de genótipos de arroz quanto à eficiência na utilização de fósforo em solução nutritiva e em solo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 7: 291-303, 1983.

- FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e utilização de fósforo em solução nutritiva. Bragantia, Campinas, 44(1): 129-47, 1985.
- FURLANI, A.M.C.; CLARK, R.B.; MARANVILLE, J.W.; ROSS, W.M. Root phosphatase activity of sorghum genotypes grown with organic and inorganic sources of phosphorus. J. Plant Nutr., New York, 7(11): 1583-95, 1984a.
- FURLANI, A.M.C.; CLARK, R.B.; MARANVILLE, J.W.; ROSS, W.M. Sorghum genotype differences in phosphorus uptake rate and distribution in plant parts. J. Plant Nutr., New York, 7(7): 1113-26, 1984b.
- HOWELL, R.H. & BERNARD, R.R. Phosphorus response of soybean varieties. Crop Sci., Madison, 1: 311-3, 1961.
- KOCHHANN, R.; ANGHINONI, I.; MIELNICZUK, J. A adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, 1982. p.29-60. (EMBRAPA-DID. Documentos, 21).
- LINDGREN, D.T.; GABELMAN, W.H.; GERLOFF, G.C. Variability of phosphorus uptake and translocation in *Phaseolus vulgaris* L. under phosphorus stress. J. Am. Soc. Horti. Sci., Mount Vernon, 102(5): 674-7, 1977.
- LONERAGAN, J.F. & ASHER, C.J. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: II. Rate of phosphate absorption and its relation to Growth. Soil Sci., Baltimore, 103(5): 311-18, 1967.

- MAGALHÃES, J.C.A.J. de. Efeito de níveis de calcário e de fósforo em duas variedades de trigo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 3: 24-9, 1979.
- MAGALHÃES, J.C.A.J. de; LOBATO, E.; RODRIGUES, L.R. Calagem e adubação fosfatada para dois cultivares de trigo, em solo de cerrado. R. bras. Ci. Solo, 4: 160-4, 1980.
- MARANVILLE, J.W.; ROSS, W.M.; CLARK, R.B. differential phosphorus efficiency in sorghum. In: GRAIN SORGHUM RESEARCH UTILIZATION CONFERENCE, 10., wichita, 1977. Proceedings. wichita, s.d., 1977. p.1-2.
- MIELNICZUK, J. & ANGHINONI, I. Absorção de nutrientes do solo pelas plantas. Florianópolis, UFSC., s.d. 14p.
- MILAN, P.A.; RITTER, W.; DALL'AGNOLL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes a alumínio e efeitos na utilização de fósforo. II. Leguminosas hibernais. Lages, EMPASC-Estação Experimental de Lages, s.d. 13p.
- MIRANDA, L.N. de & LOBATO, E. Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e a baixa disponibilidade de fósforo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2(1): 44-50, 1978.
- NIELSEN, N.E. & BARBER, S.A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of uptake. Agron. J., Madison, 70(5): 695-8, 1978.
- OLIVEIRA, I.P. de; THUNG, M.; KLUTHCOUSKI.; ALDAR, H.; CARVALHO, J.R.P. de. Avaliação de cultivares de feijão quanto a eficiência no uso de fósforo. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 27(1): 39-45, 1987.

- OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. Diffusion of phosphorus as related to soil texture and plant uptake. Soil. Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 27: 648-53, 1963.
- PHILLIPS, J.W.; BAKER, D.E.; CLAGETT, C.O. Identification of compounds which account for variation in concentration in corn hybrids. Agron. J., Madison, 63: 541-3, 1971a.
- PHILLIPS, J.W.; BAKER, P.E.; CLAGETT, C.O. Kinetics of P absorption by excised roots and leaves of corn hybrids. Agron. J., Madison, 63(4): 517-20, 1971b.
- RAPER, JUNIOR, C.D. & BARBER, S.A. Rooting systems of soybeans. I. Differences in root morphology among varieties. Agron. J., Madison, 62(5): 581-4, 1970
- RÖMER, W., AUGUSTIN, J. & SCHILLING, G. The relationship between phosphate absorption and root length in nine wheat cultivars. Plant and soil, The Hague, 111: 199-201, 1988.
- ROSA, O.S. & BEN, J.R. Melhoramento genético de trigo para utilização de fósforo no solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14, Londrina, PR, 1986. Resultados de Pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo... Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1986. p.195-7. (EMBRAPA-CNPT, Documentos, 8).
- ROSAND, P.G. & MARIANO, A.H. Absorção diferencial de fósforo em cultivares de cacau. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 20(2): 159-67, 1985.
- SALINAS, J.G. & SANCHEZ, P.A. Tolerance to aluminum toxicity and low available phosphorus. Annu. Reg. 1975,

- North Carolina, : 40-65, 1976.
- SCHENK, M.K. & BARBER, S.A. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. Agron. J., Madison, 71: 921-4, 1979.
- SIDDIQI, M.Y. & GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. J. Plant Nutr., New York, 4(3): 289-302, 1981.
- SIQUEIRA, O.J.F. de. Adubação foliar em trigo. In: BOARETTO, A.E. & ROSOLEM, C.A., coord. Campinas, Fund. Cargill, 1989. v.2, p.587-616.
- SIQUEIRA, O.J.F. de. Nutrição e adubação potássica do trigo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, PR, 1982. Potássio na agricultura brasileira; anais. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 449-86.
- SIQUEIRA, O.J.F. de.; SCHERER, E.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.; BOHNER, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS-Faculdade de Agronomia-Departamento de Solos, 1985. 188p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
- TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of

- estimating roots length. J. Ecol., Oxford, London, 63: 995-1001, 1975.
- TERMAN, G.L. Variability in results from greenhouse pot experiments comparing phosphorus rates and sources. Agron. J., Madison, 51: 67-71, 1959.
- VAIDYANATHAN, L.V. & NYE, P.H. The measurement and mechanism of ion diffusion in soil. II. An exchange resin paper method for measurement of the diffusive flux an nutrient ions soils. J. Soil Sci., Oxford, 17: 175-83, 1968.
- VASEY, E.H. & BARBER, S.A. Effect of placement on the absorption of RE^{86} and P^{32} from soil by corn roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 27: 193-7, 1963.
- VIDOR, C. Toxidez de alumínio e manganês e suas relações com a nodulação, rendimento e absorção do manganês por Glycine max. (L) MERRIL. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1972. 71p. Tese Mestrado.
- VILELA, L. & ANGHINONI, I. Morfologia do sistema radicular e cinética da absorção de fósforo em cultivares de soja afetados pela interação alumínio-fósforo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 8: 91-6, 1984.
- WHITEAKER, G.; GELOFF, G.C.; CABELMAN, W.H.; LINDGREN, D. Intraspecific difference in growth of beans at stress levels of phosphorus. J. Am. Soc. Hortic. Sci., Mount Vernon, 101: 471-5, 1976.