

EFEITO DE NÍVEIS DE FÓSFORO E ALUMÍNIO SOBRE ESTRUTURAS DA ESPIGA DE TRIGO¹

ANA CHRISTINA ALBUQUERQUE ZANATTA² e CLAUDIO MÁRIO MUNDSTOCK³

RESUMO - Foram cultivadas duas cultivares de trigo, CNT 10 e PAT 7392, sob duas concentrações de P (40 e 160 ppm de P_2O_5) e quatro níveis de calcário (0, 1/4, 1/2 e 1 SMP). As plantas foram mantidas em casa de vegetação, até a alongação, e transferidas para câmara de crescimento, permanecendo até o estágio de grão em massa. Na maturação, foram avaliadas estruturas das espigas da planta-mãe. A PAT 7392 mostrou maior potencial de produção de matéria seca (palha e grão), bem como de converter maior proporção dos fotossintatos em grãos, enquanto que a CNT 10 em estruturas vegetativas.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, cultivar, calcário, grãos.

EFFECT OF PHOSPHORUS AND ALUMINUM LEVELS ON SPIKE STRUCTURES OF WHEAT

ABSTRACT - Two wheat cultivars, CNT 10 and PAT 7392, were grown under two phosphorus levels (40 and 160 ppm of P_2O_5) and four lime levels (0, 1/4, 1/2 and 1 SMP). Plants were grown in greenhouse until elongation and then transferred to phytotron until mealy ripe grains. Spikes structures were evaluated in the main tiller of each plant. PAT 7392 showed higher dry matter yield potential (straw and grains) and converted it more efficiently into grains, while CNT 10 into vegetative structures.

Index terms: *Triticum aestivum*, variety, liming, grain.

INTRODUÇÃO

A manutenção da fertilidade do solo é um dos requisitos básicos para o aumento da produção vegetal. Se não forem aplicados todos os nutrientes requeridos, e de forma balanceada, a cultura sofrerá prejuízos ao invés dos benefícios da adubação (Singh 1979).

O P é único dentre os diversos nutrientes vegetais em muitas das reações que ocorrem quando é aplicado ao solo: (1) existe na solução do solo e é absorvido pelas plantas na

forma aniônica, sendo encontrado quase que exclusivamente sob a forma de ânions ortofosfatos derivados do ácido fosfórico (H_3PO_4); (2) está firmemente aderido à superfície do solo e distancia-se muito pouco do ponto de aplicação; e (3) reações que têm lugar no solo podem indisponibilizar o P adicionado, em face da formação de compostos pouco solúveis ou mesmo insolúveis (Elliott 1979).

Modificações no teor deste elemento em um solo trazem consigo sistemáticas alterações no total absorvido pelas plantas e na percentagem encontrada no vegetal. Tais mudanças interagem com o desenvolvimento e a produção vegetal, haja vista a essencialidade do elemento.

De acordo com Sutton et al. (1983), o trigo de inverno absorve P suficiente para garantir a máxima produção de palha nos sistemas aéreo e radicular já por volta do estágio de primeiro nó. Mas, a produção máxima de grãos só é alcançada quando da disponibilidade de P no estágio de grão em massa, sendo que, após o

¹ Aceito para publicação em 22 de janeiro de 1991.

Extraído do trabalho apresentado pela autora para obtenção do grau de Mestre em Agronomia na Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

² Enga. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPQ), Caixa Postal 569, CEP 99001 Passo Fundo, RS.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Tit., UFRGS/Dep. de Fitot., Fac. de Agron., CEP 90001 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

surgimento do primeiro nó, seria necessária apenas uma pequena quantidade de P para o desenvolvimento dos mecanismos de translocação de carboidratos. Por outro lado, os autores colocam que o trigo de primavera já requer adequado suprimento de P até o espigamento, de modo a atingir a máxima produção de grão e palha.

Contribuindo para a fixação do P, a presença do Al trocável no solo acarreta a necessidade de maiores quantidades deste elemento para compensar as deficiências. A presença de Al reduz a concentração de P no sistema aéreo, enquanto que esta aumenta no radicular (McLean & Chiasson 1966, Andrew et al. 1973, Andrew & Vanden Berg 1973), de modo que o efeito do Al no sistema aéreo não seria causado unicamente por sua ação direta (Clarkson 1965). Este elemento ocorre principalmente sob a forma de óxidos de hidróxidos ou como constituinte dos minerais de argila. Em solos muito intemperizados, como é o caso dos solos brasileiros, ocupa até mais da metade dos sítios de troca ou encontra-se na solução (Nodari 1980). Realmente, no Brasil o problema de incidência de toxidez de Al em grandes extensões geográficas só assume caráter atenuado no Nordeste semi-árido (Olmos & Camargo 1976).

Em dez cultivares de trigo, Porto (1972) constatou que houve aumento de produção devido à correção do solo com calcário, tanto com o menor como com o maior nível de adubação fosfatada, com aumento dos teores de P, Ca e Mg do solo. Entretanto, algumas cultivares mostraram pouca resposta à calagem, enquanto que todas responderam ao P, com o calcário permitindo que a adubação fosfatada intensificasse sua atuação. Assim, direta e indiretamente, a calagem aumenta o rendimento de grãos e também a disponibilidade de P no solo (Padole & Deoras 1978).

Finalizando, o solo e a planta compõem um sistema heterogêneo e dinâmico, onde trocas constantes ocorrem: na medida em que as raízes das plântulas crescem, introduzem neste sistema um volume crescente de solo, e mudanças contínuas se dão também através da

atividade microbiana. Ao mesmo tempo, encarrando-se o solo como fonte de nutrientes, dificilmente pode-se pensar na planta como um agente passivo, haja vista a que, até certo ponto, esta influencia a capacidade do solo fornecê-los (Dean & Fried 1953). Neste trabalho, procurou-se avaliar o efeito da interação entre duas cultivares de trigo e solo com diferente composição química sobre estruturas da espiga do material em estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada neste trabalho é basicamente a mesma descrita por Zanatta & Mundstock (1988, 1991). As cultivares de trigo PAT 7392 e CNT 10 foram semeadas em vasos contendo solo Passo Fundo, naturalmente ácido e com elevado teor de Al trocável, o qual foi submetido a quatro níveis de calagem (0, 1/4, 1/2 e 1 SMP) e duas concentrações de P (40 e 160 ppm de P_2O_5). Os tratamentos (calcário, P e cultivares) foram arranajados em fatorial $4 \times 2 \times 2$, com quatro repetições e seguindo um delineamento experimental completamente casualizado.

As determinações de espiga foram efetuadas na planta-mãe da espiga reservada para observações fenológicas, em cada vaso. Assim como as folhas e os colmos (Zanatta & Mundstock 1991), as espigas foram mantidas em câmara seca (10-15°C e 25-30% UR), mas estas permaneceram por três dias, logo após a colheita, em estufa regulada para 39°C. Para a obtenção dos valores de peso seco das espigas, o material foi mantido a 55°C durante cinco dias.

O procedimento para determinação do peso da espiga principal resumiu-se na sua pesagem após permanência em câmara seca por aproximadamente 30 dias. Na determinação do peso seco da palha da inflorescência, foram utilizadas todas as estruturas componentes deste órgão, quais sejam, ráquis, aristas, glumas e glumelas e grãos. Mas, ao contrário das demais, os grãos não foram submetidos a 55°C, possibilitando, desta forma, semear novamente o material, com vistas a uma futura avaliação da progenie. Assim, os valores de relação grão/palha da espiga e grão/palha da parte aérea resumiram-se ao resultado da divisão efetuada entre o peso dos grãos da espiga principal pelo peso seco da palha desta mesma espiga, e pelo peso seco da palha do sistema

aéreo da planta-mãe (valores retirados do trabalho de Zanatta & Mundstock 1991), respectivamente.

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e analisados pelo teste F a 1% e 5% e pelo teste de Duncan a 5%. Embora nas figuras apresentadas no corpo deste trabalho não estejam indicados os resultados da análise estatística, eles são descritos neste item.

Peso da espiga

As variações verificadas no peso da espiga

principal derivaram da interação entre as cultivares utilizadas, a adubação fosfatada e a calagem (Fig. 1): com 40 ppm de P_2O_5 , as cultivares tiveram respostas semelhantes na presença e ausência de calagem. Já com 60 ppm, CNT 10 superou PAT 7392 nos níveis mais baixos de calcário, e, à medida que foi aumentando a dose do produto, a espiga principal de PAT 7392 ficou mais pesada, chegando a superar a de CNT 10 em 1 SMP.

O uso de 160 ppm P_2O_5 permitiu a formação de espigas mais pesadas em ambas as cultivares, mas em PAT 7392 esta resposta só

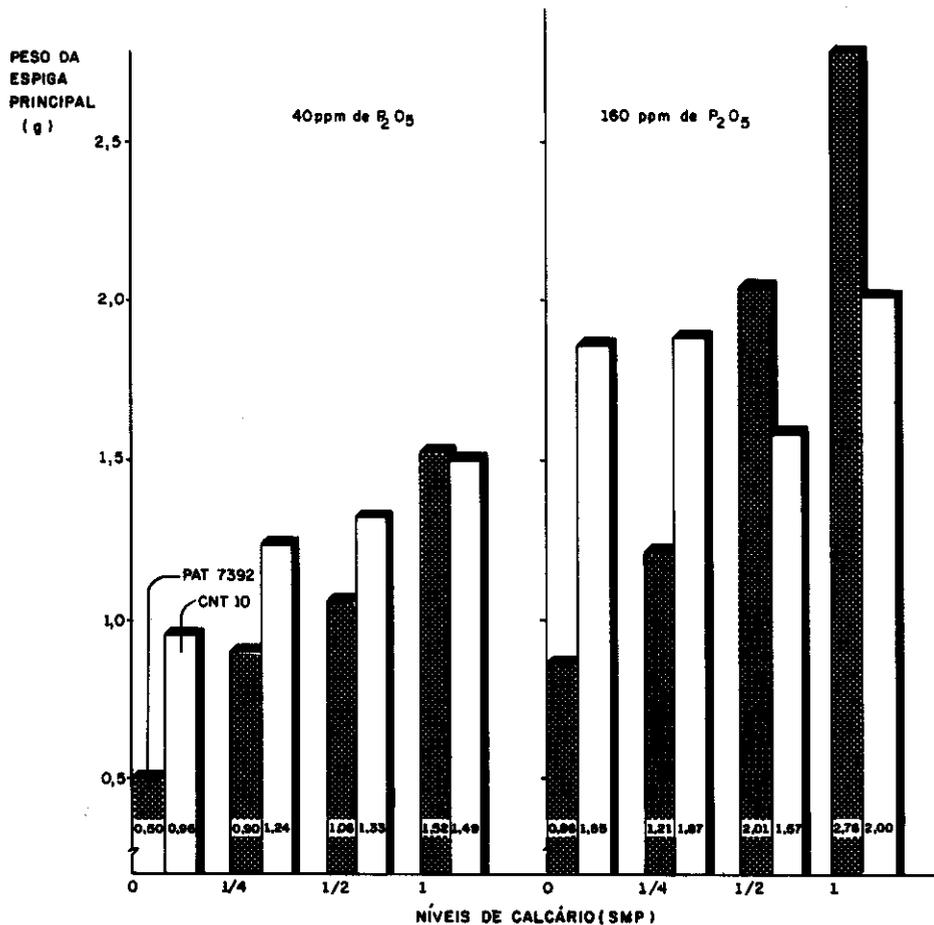


FIG. 1. Peso da espiga principal de duas cultivares de trigo submetidas a quatro níveis de calcário e duas concentrações de fósforo, na média de quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

se manifestou de forma significativa a partir de 1/2 SMP de calcário.

Comparando o efeito da calagem sobre as duas cultivares, extrai-se que, com 40 ppm de P_2O_5 , PAT 7392 aumentou o peso da espiga principal em 1/2 SMP e, novamente, em 1 SMP de calcário, enquanto que CNT 10 estabilizou em 1/4 SMP. Já com 160 ppm de P_2O_5 , PAT 7392 manteve o comportamento verificado com 40 ppm, enquanto que CNT 10 não mais foi afetada pela calagem. Assim, esta cultivar mostrou redução significativa no peso de espiga apenas quando com baixa adubação fosfatada aliada à falta de calcário.

Peso dos grãos

Os três fatores em estudo interagiram na sua ação sobre o caráter: as duas cultivares tiveram o mesmo comportamento em todos os níveis de calcário quando aplicados 40 ppm de

P_2O_5 (Fig. 2), mas, com 160 ppm de P_2O_5 , CNT 10 mostrou maior peso de grãos que PAT 7392 em 0 e 1/4 SMP, com as posições se invertendo nos níveis mais altos.

Comparando o efeito da adubação fosfatada sobre cada uma das cultivares nas diferentes doses de calcário, verifica-se que PAT 7392 teve o peso de grãos aumentado pela maior concentração de P em 1/2 e 1 SMP, permanecendo constante nos níveis mais baixos. Em CNT 10, no entanto, o caráter em questão só não foi afetado pelo P em 1/2 SMP, tendo o peso dos grãos aumentado em todos os demais.

Quanto à calagem, com 40 ppm de P_2O_5 , esta provocou o aumento do peso dos grãos de PAT 7392 e CNT 10. Entretanto, com 160 ppm de P_2O_5 , CNT 10 não teve o caráter afetado pela calagem, enquanto que o aumento no nível de calcário a partir de 1/2 SMP levou

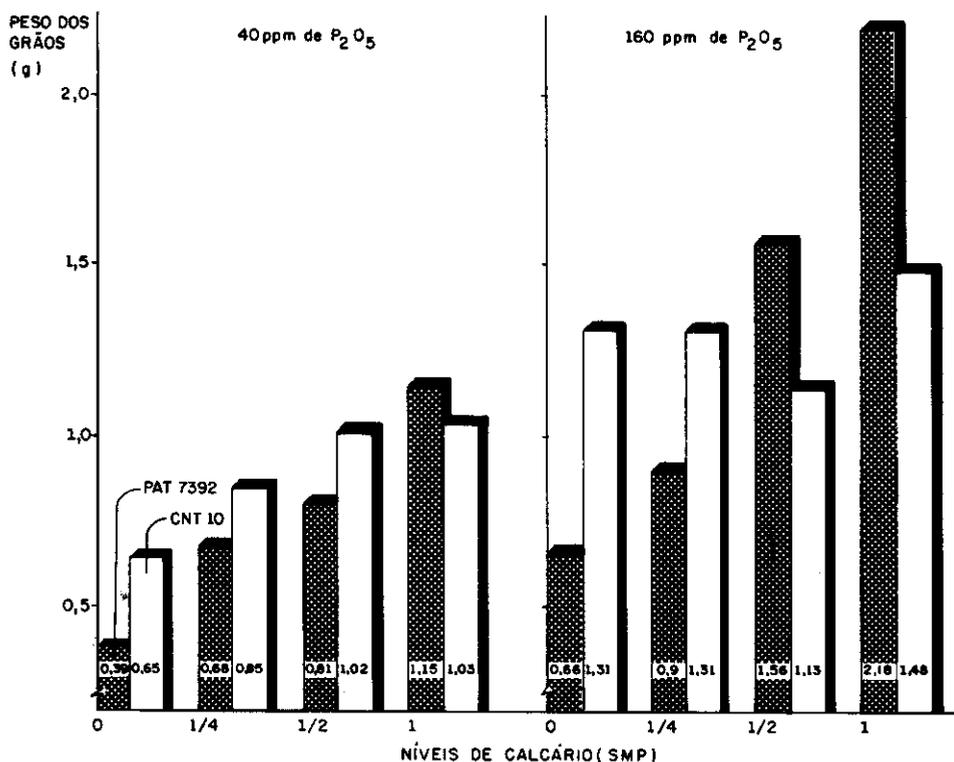


FIG. 2. Peso dos grãos na espiga principal de duas cultivares de trigo submetidas a quatro níveis de calcário e duas concentrações de fósforo, na média de quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

a acréscimos no peso dos grãos de PAT 7392.

Da Fig. 2, extrai-se, também, que as cultivares apresentaram os maiores pesos de grãos quando receberam a maior adubação fosfatada. A única exceção foi PAT 7392, que, na ausência da calagem, mostrou baixo peso de grãos, mesmo com a maior concentração de P. Já este mesmo tratamento em CNT 10 levou a um dos cinco mais altos valores do caráter.

Peso da palha da espiga

A interação entre cultivares, adubação fos-

fatada e calagem foi que determinou as variações observadas no peso da palha da espiga principal (Fig. 3). Com 40 ppm de P_2O_5 , CNT 10 não superou PAT 7392 no nível máximo de calcário, quando as duas cultivares se assemelharam; já com 160 ppm de P_2O_5 , CNT 10 foi novamente superior a PAT 7392 nos níveis 0 SMP e 1/4 SMP de calcário, mas, a partir de 1/2 SMP, não mais houve diferença entre elas.

Ao avaliar o efeito da adubação fosfatada,

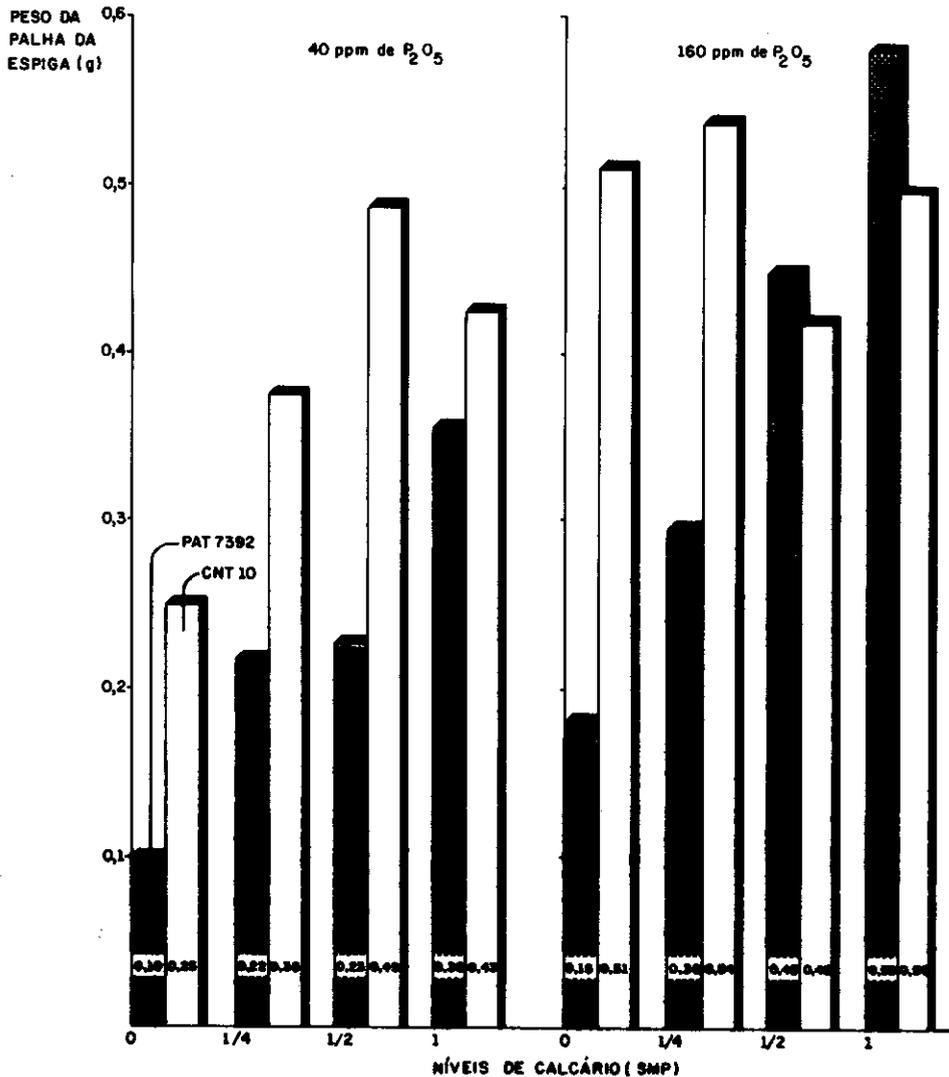


FIG. 3. Peso da palha na espiga principal e de duas cultivares de trigo submetidas a quatro níveis de calcário e duas concentrações de fósforo, na média de quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

verifica-se que as duas cultivares deram respostas inversas nos diferentes níveis de calcário: o P não alterou o peso da palha da espiga de PAT 7392 em 0 SMP e 1/4 SMP; mas, em 1/2 SMP e 1 SMP, 160 ppm de P_2O_5 levou a valores mais elevados. Já em CNT 10, foi nos dois níveis superiores de calcário que o caráter não foi afetado pela adubação fosfatada.

Comparando as respostas à da calagem, percebe-se que, com a menor concentração de P, CNT 10 aumentou o peso da palha quando em presença de calcário. Entretanto, com 160 ppm de P_2O_5 , a cultivar não teve o caráter modificado por esta prática. Já em PAT 7392, aumentos nos níveis de calcário levaram a significativos acréscimos no peso da palha em ambas concentrações de P. A única diferença foi que, com 40 ppm de P_2O_5 , o primeiro aumento se verificou já em 1/4 SMP, enquanto que, com 160 ppm, este foi ocorrer em 1/2 SMP.

Vale acrescentar que CNT 10, com 160 ppm de P_2O_5 e 0 SMP de calcário, só não mostrou mais peso de palha que PAT 7392 quando esta cultivar estava em condições ideais de P (160 ppm) e de calcário (1 SMP).

Relação grãos/palha da espiga

PAT 7392 mostrou relação entre o peso dos grãos e o da palha da espiga principal maior que CNT 10: 3,51 e 2,50, respectivamente.

A calagem também mostrou efeito sobre o caráter: na ausência de calcário e com 1/4 SMP do produto, observou-se, respectivamente, a maior (3,30) e a menor (2,69) relação grão/palha da espiga. Já com os níveis mais elevados de calcário, os valores obtidos aproximaram-se dos alcançados na ausência do produto (Tabela 1).

Relação grão/palha

Comparando as duas cultivares ensaiadas quanto à relação entre o peso dos grãos relatado neste trabalho e o peso da palha do sistema aéreo deste material obtido por Zanatta & Mundstock (1991), verificou-se que PAT 7392 mostrou valor superior (0,78) ao registrado

por CNT 10 (0,59). Por outro lado, em se tratando do efeito da calagem sobre a relação grão/palha da planta-mãe, na média das duas cultivares submetidas às duas concentrações de P (Tabela 2), observou-se que, enquanto esta relação não se alterou na presença de calcário, na ausência de calagem houve um aumento na relação grão/palha.

TABELA 1. Efeito da calagem sobre a relação grão/palha da espiga principal de trigo, na média de duas cultivares submetidas a duas concentrações de fósforo, com quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

| Níveis de calcário (SMP) | Relação grão/palha da espiga |
|--------------------------|------------------------------|
| 0 | 3,30 a |
| 1/4 | 2,69 b |
| 1/2 | 2,97 ab |
| 1 | 3,05 a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan.

TABELA 2. Efeito da calagem sobre a relação grão/palha da planta-mãe de trigo, na média de duas cultivares submetidas a duas concentrações de fósforo, e quatro níveis de calcário, com quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

| Níveis de calcário (SMP) | Relação grão/palha da espiga |
|--------------------------|------------------------------|
| 0 | 0,84 a |
| 1/4 | 0,64 b |
| 1/2 | 0,63 b |
| 1 | 0,64 b |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan.

DISCUSSÃO

Em cereais, a produção de grãos é, em última instância, o que de fato interessa, reves-

tindo-se de grande importância a distribuição da matéria seca entre o grão e as partes vegetativas da planta (Donald & Hamblin 1976). Existem caracteres que permitem ao vegetal uma maior capacidade de exploração dos componentes positivos do ambiente, e também de adaptação aos negativos; da mesma forma, diferentes germoplasmas variam na sua resposta a estes estímulos ambientais. Inclusive, a própria distribuição de assimilados para o grão, ao invés da palha, produziria plantas mais eficientes (Singh & Stoskopf 1971) na distribuição dos nutrientes absorvidos e sintetizados e na exploração do ambiente. A este respeito, consta, na bibliografia, que determinados genes, ao mesmo tempo em que atuam sobre a redução no comprimento do colmo, aumentam a capacidade da espiga em demandar e utilizar os fotossintatos (Gale et al. 1981a, 1981b).

Efeito da adubação fosfatada sobre a espiga de dois genótipos de trigo cultivados na ausência de calcário

Os resultados alcançados na avaliação de estruturas da espiga realizada neste trabalho sugerem ser PAT 7392 mais eficiente na utilização dos nutrientes absorvidos e sintetizados, distribuindo-os no sentido de alcançar maior produção de grãos. E o aumento na capacidade produtiva das modernas cultivares de trigo tem sido associado à pronunciada tendência a maior proporção de grãos em relação às demais estruturas da planta (Binghan 1976, Austin et al. 1980, Lupton 1982). Embora haja mostrado menor peso do sistema aéreo que CNT 10 (Zanatta & Mundstock 1988), e tenha pouco respondido ao incremento na concentração de P empregada - apenas o peso das folhas aumentou (Zanatta & Mundstock 1991) -, PAT 7392 mostrou maior relação grão/palha. Além disso, na proporção de grãos da espiga principal, esta cultivar mostrou-se superior a CNT 10 também com o maior nível de adubação fosfatada. PAT 7392 alcançou valores médios de 78%, enquanto que, em CNT 10, a contribuição dos grãos para o peso da espiga

foi de 69%, na média das duas doses de P.

O diferente comportamento dos dois genótipos ensaiados observado por Zanatta & Mundstock (1991), quando avaliaram o efeito de níveis de P e Al sobre estruturas vegetativas do sistema aéreo de trigo, também foi constatado quando foram avaliadas as modificações ocorridas na espiga principal. Os tratamentos aplicados sobre as cultivares utilizadas neste trabalho resultaram no maior peso da inflorescência de CNT 10. PAT 7392, por sua vez, não respondeu à maior adubação fosfatada, mantendo peso de espiga semelhante ao mostrado por CNT 10 com menor concentração de P. Por outro lado, dos dois componentes da espiga (palha e grãos), apenas os grãos mostraram o mesmo comportamento da inflorescência como um todo. Apesar de que, quando o menor nível de P foi utilizado, constatou-se maior peso seco da palha de CNT 10. Este fato não chegou a influenciar nos resultados para peso da espiga como um todo, em decorrência da contribuição dos grãos para tal haver sido bem maior, situando-se por volta de 68%.

A importância das folhas e da palha da espiga, dentre as estruturas vegetativas, para o desenvolvimento das plantas, bem como a diferença nas respostas dadas pelos genótipos, ficou evidente, pelo seu comportamento ante os tratamentos aplicados, no trabalho de Zanatta & Mundstock (1991) no que se refere às folhas e, neste, em se tratando da palha da espiga. Com adubação fosfatada inferior à recomendada, o peso desta estrutura foi relativamente maior em CNT 10, enquanto o peso dos grãos foi semelhante nas duas cultivares.

Uma vez que as variações no peso da inflorescência e dos grãos, diante da adubação fosfatada, foram semelhantes às observadas para todo o peso da parte aérea por Zanatta & Mundstock 1988, poder-se-ia dizer que estes caracteres refletiram as mesmas tolerâncias ou sensibilidades em relação ao Al tóxico indicadas pelas variações no peso da parte aérea da planta com um todo.

Combinação dos efeitos da adubação fosfatada e da calagem sobre a espiga de duas cultivares de trigo

Os reflexos da calagem e da adubação fosfatada, combinados, se fizeram sentir mais sobre PAT 7392 que CNT 10, o contrário do ocorrido sem o uso de calcário. A este respeito, poderia ser levantada a hipótese de que, reduzido o efeito tóxico do Al, PAT 7392 seria mais intensamente afetado por alterações no ambiente edáfico, as quais, por sua vez, se refletiriam sobre o desenvolvimento de estruturas da parte aérea (Mitchell 1975).

Os valores de peso da parte aérea observados por Zanatta & Mundstock (1988) para os dois genótipos enfocados neste trabalho foram reflexo das alterações tanto na palha como nos grãos, os quais mostraram respostas semelhantes às verificadas por aqueles autores para o peso do sistema aéreo.

Tomando os dados relatados neste trabalho, bem como nos de Zanatta & Mundstock (1988, 1991), a compactação entre o peso seco da palha dos sistema aéreo e o peso de grãos, ante os diferentes níveis de calcário e adubação fosfatada, indica a maior proporção de palha em CNT 10 e de grãos em PAT 7392: sempre que o padrão de comportamento seguido pelas duas cultivares para estas características não foi o mesmo observado para o peso de toda a parte aérea, CNT 10 teve maior peso total e da palha, sem haver diferença no peso dos grãos; ou não houve diferença no peso total, mas PAT 7392 mostrou peso dos grãos superior.

Dos resultados alcançados para o caráter relação grão/palha, aliados aos de peso da palha encontrados por Zanatta & Mundstock (1991), pode-se supor, também, que, se a avaliação de genótipos fosse baseada na matéria seca produzida pela planta antes da formação e enchimento dos grãos, o maior peso seco da parte aérea alcançado poderia, erroneamente, ser extrapolado para produção de grãos. Tal situação poderia ser a caracterizada por CNT 10, que só exibiu rendimento superior ao da outra cultivar avaliada quando em condições de alta

acidez nociva (ausência de calcário e 1/4 SMP). Indicando que, em PAT 7392, os aumentos no peso seco da palha foram menos acentuados que os ocorridos no peso dos grãos, está o fato de que, sem o uso da calagem, ou com apenas 1/4 SMP de calcário, esta cultivar mostrou valores inferiores aos de CNT 10 também para palha; e só os superou quando toda a recomendação para calcário e a maior concentração de P foram aplicados ao solo. Mas, o peso dos grãos de PAT 7392 mostrou ser superior ao de CNT 10 já com 1/2 SMP. Diante deste comportamento das duas cultivares, é reforçada a idéia, colocada anteriormente, de que PAT 7392 foi mais eficiente em formar estruturas reprodutivas com os nutrientes absorvidos e sintetizados, enquanto que CNT 10 os utilizou para maior formação de componentes vegetativos. De modo que esta última cultivar mais propriamente caracterizaria o excedente de estruturas vegetativas existentes na planta de trigo que a literatura sugere (Lupton 1982, Bingham 1976). Para autores como Thorne (1974), o potencial fotossintético do trigo suportaria maiores produções de sementes. Assim, o aporte assimilatório da planta poderia ser reduzido em benefício dos grãos (Aguilar & Fischer 1975), mas conservando uma proporção tal de palha que permita ao vegetal atuar eficientemente como uma entidade produtora de semente (McNeal et al. 1972).

Vários autores já sugeriram que o rendimento do trigo em consequência do trabalho de melhoramento vegetal realizado nas últimas décadas está associado à maior eficiência mostrada pelos genótipos na distribuição de matéria seca para formar grão, ou seja, índice de colheita superior (Nass & Reiser 1975, Austin 1980, Lupton 1982 e Mengel 1983). Uma vez que 90% do peso seco da planta é produto da fotossíntese, e desde que o tempo impõe certos limites à quantidade de assimilados que o vegetal pode produzir, uma maior distribuição dos fotossintatos para o grão e menor para a palha indicaria uma planta metabolicamente mais eficiente (Singh & Stoskopf 1971).

A distribuição da matéria seca produzida

em estruturas reprodutivas e vegetativas obedece a uma lei de preservação da espécie comum a todos os vegetais. Realmente, sob condições de maior estresse, as plantas de qualquer das cultivares ensaiadas tenderam a uma maior produção de estruturas de parte aérea, onde estariam incluídos os grãos, e de maior produção de grãos que de palha. Zanatta & Mundstock (1988) observaram que a relação parte aérea/sistema radicular foi maior, e, neste trabalho, as de grão/palha e grão/palha da espiga foram menores, com a mais baixa concentração de P empregada e/ou ausência de calcário.

A existência de correlação positiva entre a produção de grãos e o índice de colheita (Singh & Stoskopf 1971, Aguilar & Fischer 1975) poderia suscitar a idéia da maior conveniência de se utilizar diretamente o rendimento na seleção dos tipos mais eficientes. Cultivando arroz em diferentes condições de fertilidade, Donald (1962) constatou que isto não corresponde à realidade: alguns germoplasmas mostraram uma produção econômica (rendimento biológico x índice de colheita) maior em solo com reduzida do que com alta fertilidade, em função de o aumento na biomassa haver sido bastante mais elevado que o de grãos, levando a um índice de colheita extremamente reduzido.

Haver variabilidade para o caráter, bem como o fato de estar associado à produção de grãos, suportariam a possibilidade de manipular geneticamente o índice de colheita de modo a aumentar o rendimento da planta. Na relação grão/palha alcançada, observa-se que, realmente, houve diferença entre as duas cultivares ensaiadas, a qual se manteve, independentemente dos teores de calcário e P empregados. Igualmente Singh & Stoskopf (1971) encontraram estabilidade no caráter em vinte e oito linhas de trigo cultivadas por três anos. E Nanda et al. (1983) constataram que os valores de índice de colheita foram os mesmos em condições de alta e baixa fertilidade de solo, o que reafirma a importância da característica como um critério estável de seleção. Em vista de observações como estas, e da alta corre-

lação encontrada na literatura consultada para o índice de colheita de uma geração para outra, Donald & Hamblin (1976) assumem ser esta uma característica herdável. E desde que envolve não apenas componentes do rendimento, mas também outros tantos componentes da produção biológica, os autores afirmam que, necessariamente, estaria sob um controle poligênico.

As estruturas envolvidas na avaliação do peso seco da palha da planta-mãe destas duas cultivares foram o colmo, as folhas (Zanatta & Mundstock 1991) e a palha da espiga. Mas, enquanto as modificações observadas na primeira delas foram semelhantes às verificadas para o peso seco de toda a palha da parte aérea (Zanatta & Mundstock 1991), o peso da palha da espiga variou de forma mais equivalente ao peso dos grãos. Por outro lado, as relações entre grãos e palha da espiga foram tais que, mais uma vez, evidenciaram maior quantidade de palha em CNT 10. Onze a dezoito por cento da matéria seca da palha de trigo consiste de partes da espiga outras que não o grão, onde o maior peso de palha da inflorescência seria conseqüência do maior número de espiguetas por espiga (Pinthus 1967). Mas aumentar a área de armazenagem não necessariamente elevaria o total de material armazenado (Stoskopf et al. 1963); isto foi confirmado neste trabalho, pelo fato de a variação ocorrida no peso da palha não haver sido verificada também no peso dos grãos quando da menor dose de P, nutriente essencial para a formação de grãos (Tisdale & Nelson 1971).

As diferenças na matéria seca total da planta-mãe dos genótipos ensaiados foram um reflexo mais de modificações na espiga que nas demais estruturas aéreas, concomitantemente ao efeito dos tratamentos sobre as raízes (Zanatta & Mundstock 1988): ao mesmo tempo em que o comportamento observado para o peso da espiga dos dois genótipos ensaiados foi similar ao constatado para o da parte aérea como um todo, proporcionalmente não houve variação no peso seco do colmo e das folhas. A contribuição da inflorescência para o peso da parte aérea (Fig. 4) oscilou entre 48% e

60% em CNT 10 e entre 52% e 64% em PAT 7392. Já a proporção de grãos no peso da parte aérea desta última cultivar variou de 40% a 50%, enquanto que em CNT 10 esta variação foi de 36% a 41% (Fig. 4). Assim, a amplitude de variação foi maior quando se tomou a espiga como um todo, pouco modificando com os tratamentos empregados. Considerando os grãos, percebe-se maior variação quanto mais limitantes os tratamentos para o desenvolvimento da planta. Deste modo, possivelmente, não foram as modificações na espiga como um todo, mas principalmente as ocorridas nos grãos, que mais contribuíram para as diferenças observadas por Zanatta & Mundstock (1988) no peso do sistema aéreo das duas cultivares.

Ao mesmo tempo, as alterações impostas pelos diferentes tratamentos recaíram, em última análise, sobre o peso da espiga. Em decorrência disto, este variou como um somatório das modificações ocorridas na inflorescência. Outrossim, as alterações no peso dos grãos reiteram a afirmação de que o efeito combinado da calagem e da adubação fos-

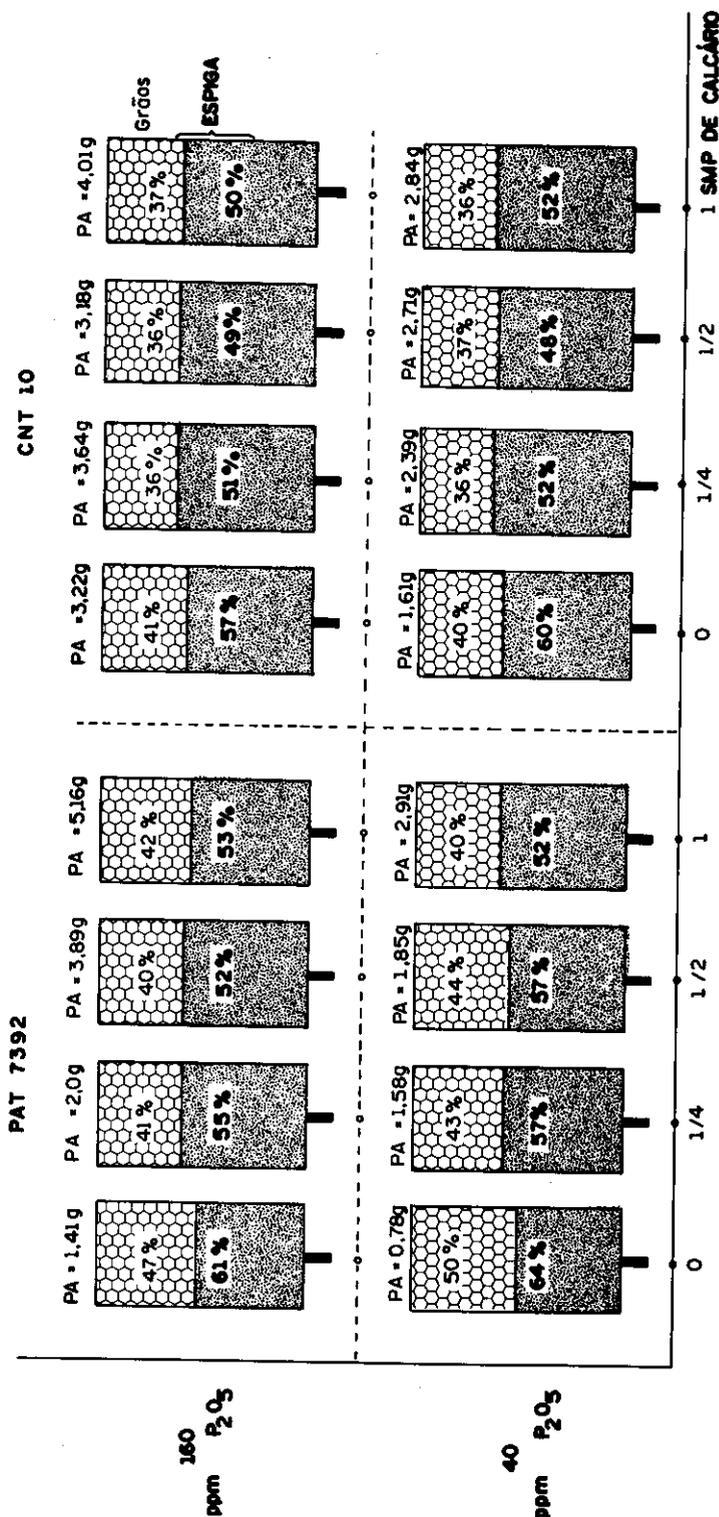


FIG. 4. Contribuição da espiga e dos grãos para o peso do sistema aéreo (PA) de duas cultivares de trigo submetidas a quatro níveis de calcário e duas concentrações de fósforo, na média de quatro repetições. CNPT, Passo Fundo, RS.

fatada se fez sentir de forma mais acentuada em PAT 7392 que em CNT 10, bem como a maior eficiência de PAT 7392 em distribuir os nutrientes, absorvidos e sintetizados, no sentido de uma maior produção de grãos: em nenhum dos níveis de calcário esta cultivar superou PAT 7392 quando empregada a menor concentração de P, conforme observado em estruturas vegetativas por Zanatta & Mundstock (1991).

Apesar da semelhança de comportamento observado entre o peso da parte aérea relatado por Zanatta & Mundstock (1988) e o da espiga verificado neste trabalho com o uso de menor dose de P, PAT 7392 e CNT 10 não diferiram quanto a este último caráter. Já o peso do sistema aéreo de PAT 7392 foi inferior ao de CNT 10, igualando-se quando aplicada toda a recomendação de calcário (Zanatta & Mundstock 1988). Assim, a superioridade CNT 10, em termos de parte aérea, não sendo consequência da diferença na produção de grãos, foi resultado de acréscimo na palha. Isto, possivelmente, adveio do aumento no peso seco do colmo de CNT 10 observado, sob as mesmas condições de solo, por Zanatta & Mundstock (1991).

CONCLUSÕES

1. PAT 7392 é uma cultivar com maior potencial de produção de matéria seca que CNT 10, em termos de palha e de grãos.
2. CNT 10 e PAT 7392 representam dois tipos de material quanto à partição da matéria seca produzida: PAT 7392 converte uma maior proporção da matéria seca em grãos e CNT 10 mostra uma maior distribuição da mesma para a formação de estruturas vegetativas.
3. Sob condições de estresse, a planta de trigo distribui maior proporção de sua matéria seca em estruturas da parte aérea e, principalmente, para componentes reprodutivos.

AGRADECIMENTOS

À inestimável contribuição dada pela

Enga. - Agra. Dalva Maria Zinn na instalação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, M.I.; FISCHER, R.A. Análisis de crecimiento y rendimiento de 30 genótipos de trigo bajo condiciones ambientales óptimas de cultivo. **Agrociencia**, v.21, p.185-198, 1975.
- ANDREW, C.S.; JOHNSON, A.D.; SANDLAND, R.L. Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.3, p.325-339, 1973.
- ANDREW, C.S.; VANDEN BERG, P.J. The influence of aluminum on phosphate adsorption by whole plants and excised roots of some pasture legumes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.3, p.341-351, 1973.
- AUSTIN, R.B. Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding. In: HURD, R.G.; BISCOE, P.V.; DENNIS, C. (Eds.). **Opportunities for increasing crop yields**. Bath: The Pitman, 1980. Cap. 1, p.3-19.
- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. **Journal of Agricultural Science**, v.94, n.3, p.675-689, 1980.
- BINGHAM, J. Basic cereal physiology and its application to wheat. **Journal of the National Institute of Agricultural Botany**, v.14, n.1, p.179-182, 1976.
- CLARKSON, D.T. The effect of aluminum and some other trivalent metal cations on cell division in the root apices of *Allium cepa*. **Annals of Botany**, v.29, n.114, p.309-315, 1965.
- DEAN, L.A.; FRIED, M. Soil-plant relationships in the phosphorus nutrition of plants. In: PIERRE, W.H.; NORMAN, A.G. (Eds.). **Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition**. New York: Academic Press, 1953. Cap. 2, p.43-58.

- DONALD, C.M. In search of yield. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v.28, p.171-178, 1962.
- DONALD, C.M.; HAMBLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advances in Agronomy**, v.28, p.361-405, 1976.
- ELLIOTT, J.C. Placing phosphorus for crops. **New Zealand Fertilizer Journal**, v.53, p.15, 1979.
- GALE, M.D.; MARSHALL, G.A.; GREGORY, R.S.; QUICK, J.S. Norin 10 semidwarfism in tetraploid wheat and associated effects on yield. **Euphytica**, v.30, n.2, p.347-354, 1981a.
- GALE, M.D.; MARSHALL, G.A.; RAO, M.V. A classification of the Norin 10 and Tom Thumb dwarfing genes in British, Mexican, Indian and other hexaploid bread wheat varieties. **Euphytica**, v.30, n.2, p.355-361, 1981b.
- LUPTON, F.G.H. Recent advances in plant breeding. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.30, n.1, p.11-23, 1982.
- McLEAN, A.A.; CHIASSON, T.C. Differential performance of two barley varieties to varying aluminum concentration. **Canadian Journal of Soil Science**, v.46, n.1, p.147-153, 1966.
- McNEAL, F.H.; BERG, M.A.; STEWART, V.F.; BALRIDGE, D.E. Agronomic response of three height classes of spring wheat (*Triticum aestivum* L.), compared at different yield levels. **Agronomy Journal**, v.64, n.3, p.362-364, 1972.
- MENGEL, K. Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. **Plant Soil**, v.72, n.213, p.305-309, 1983.
- MITCHELL, R.L. Root growth and development. In: _____ . **Crop growth and culture**. Ames: The Iowa State University, 1975. Cap. 9, p.173-194.
- NANDA, G.S.; VIRK, P.S.; GILL, K.S. Diallel analysis over environmental in wheat-plant characters and harvest index. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.43, n.1, p.21-27, 1983.
- NASS, H.G.; REISER, B. Grain filling period and grain yield relationships in spring wheats. **Canadian Journal of Plant Science**, v.55, n.3, p.673-678, 1975.
- NODARI, R.O. **Bases genéticas da herança do caráter tolerância do crestamento em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Porto Alegre: UFRGS-Faculdade de Agronomia, 1980. 90p. Tese Mestrado.
- OLMOS, I.L.; CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, v.28, n.2, p.171-180, 1976.
- PADOLE, V.R.; DEORAS, C.M. Effect of liming materials on yield of paddy and uptake of NPK in acidic soils of Vidarbha. **Journal Maharashtra Agricultural University**, v.3, n.2, p.99-101, 1978.
- PINTHUS, M.J. Evaluation of winter wheat as a source of high yield potential for the breeding of spring wheat. **Euphytica**, v.16, n.2, p.231-251, 1967.
- PORTO, R.P. Efeito da calagem e de fósforo na produção de trigo no solo Durox. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.8, n.2, p.213-218, 1972.
- SINGH, B.P. Balanced fertilization in wheat for higher yields. **Farmer and Parliament**, v.14, n.1, p.22-24, 1979.
- SINGH, I.D.; STOSKOPF, N.C. Harvest index in cereals. **Agronomy Journal**, v.63, n.4, p.224-226, 1971.
- STOSKOPF, N.C.; TANNER, J.W.; REINBERGS, E. Attacking the yield barrier. **Cereal News**, v.8, p.8-12, 1963.
- SUTTON, P.J.; PETERSON, G.A.; SANDER, D.H. Dry matter production in tops and roots of winter wheat as affected by phosphorus availability during various growth stages. **Agronomy Journal**, v.75, n.4, p.657-663, 1983.
- THORNE, G.N. Physiology of grain yield of wheat and barley. **Rothamsted Experimental Station Report**, v.2, p.5-25, 1974.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Elements required in plant nutrition. In: _____ . **Soil fertility and fertilizers**. 2. ed. London: Macmillan, 1971. Cap. 3, p.71-110.

ZANATTA, A.C.A.; MUNDSTOCK, C.M. Efeito de níveis de fósforo e alumínio sobre estruturas vegetativas do sistema aéreo de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1365-1379, 1991.

ZANATTA, A.C.A.; MUNDSTOCK, C.M. Efeito de níveis de fósforo e alumínio sobre os sistemas aéreo e radicular do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.12, p.1355-1370, 1988.