

NOTA

RESPOSTA DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO TRIGO EMBRAPA-22 IRRIGADO AO NITROGÊNIO EM COBERTURA⁽¹⁾

M. A. O. COELHO⁽²⁾, M. A. SOUZA⁽³⁾, T. SEDIYAMA⁽³⁾,
A. C. RIBEIRO⁽⁴⁾ & C. S. SEDIYAMA⁽³⁾

RESUMO

As doses e a época de aplicação do nitrogênio (N) podem influenciar as características agronômicas do trigo (*Triticum aestivum* L.) irrigado e, conseqüentemente, a produtividade de grãos. Neste sentido, foram instalados dois experimentos na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, localizada em Coimbra (MG), em 1995 e 1996. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de N (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), quatro formas de parcelamento (dose total aos 20 dias da emergência (DAE); ½ aos 20 + ½ aos 40 DAE; 1/3 aos 20 + 2/3 aos 40 DAE e 2/3 aos 20 + 1/3 aos 40 DAE) e uma testemunha (sem N em cobertura), dispostos em esquema fatorial 4 x 4 + 1, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A altura e o acamamento das plantas, a biomassa seca, o índice de colheita, a massa de mil grãos, o peso hectolítrico e a produtividade de grãos foram influenciados pelas doses de N. Em 1996, o número de espigas por metro quadrado e o número de perfilhos férteis por planta diminuíram, em conseqüência do acamamento precoce das plantas, enquanto o número de grãos por espiga e o número de grãos por metro quadrado aumentaram com o incremento nas doses de N. As formas de parcelamento influenciaram somente o acamamento das plantas.

Termos de indexação: *Triticum aestivum* L., adubação nitrogenada, parcelamento.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa - UFV. Recebido para publicação em setembro de 1997 e aprovado em junho de 1998.

⁽²⁾ Aluno de Doutorado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa-UFV. CEP 36571-000, Viçosa (MG).

⁽³⁾ Professor do Departamento de Fitotecnia, UFV.

⁽⁴⁾ Pesquisador visitante da EPAMIG. CEP 36571-000, Viçosa (MG). Bolsista da FAPEMIG.

SUMMARY: *RESPONSE OF GRAIN YIELD AND OTHER AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF NITROGEN-IRRIGATED EMBRAPA-22 WHEAT TO N COVERING*

*The rates and the application time of nitrogen (N) may influence the agronomic characteristics of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) and, consequently, grain yield. Two experiments were conducted at the Experimental Station of the Universidade Federal de Viçosa, located in Coimbra-MG, Brazil, during the years 1995 and 1996. The treatments consisted of a combination of four rates of N (30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹), four rates of parceling (total rate at 20 days after emergence (DAE); ½ at 20 + ½ at 40 DAE; 1/3 at 20 + 2/3 at 40 DAE and 2/3 at 20 + 1/3 at 40 DAE) and one control (without N post-planting) arranged in a 4 x 4 + 1 factorial scheme in a randomized block design with four replications. Plant height, plant lodging, dry biomass, harvesting index, thousand-grain mass, hectolitic weight and productivity were affected by rates of N applied after planting. In 1996, the number of ears per square meter and number of fertile tillers per plant decreased due to the early lodging of the plant, whereas the number of grains per ear and the number of grains per square meter increased with increasing rates of N. The different rates of parceling influenced only plant lodging.*

Index terms: *Triticum aestivum* L., nitrogen fertilization, parceling.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os trabalhos relativos à aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo apresentam resultados variáveis. Esses trabalhos, em sua maioria, foram revisados por Pöttker et al. (1984), Anghinoni (1986), Cantarella & Raij (1986), Peres & Suhet (1986) e Siqueira (1988). As culturas antecessoras, a heterogeneidade de clima e de solo e o lançamento de novos cultivares são algumas variáveis que inviabilizam recomendações generalizadas. Em Minas Gerais, a pesquisa com nitrogênio na cultura do trigo, há alguns anos, não vem contemplando estudos que visem recomendações regionais, levando em consideração os novos cultivares e as doses de N que maximizam a produtividade. Segundo Freitas et al. (1995), existe variabilidade genética entre cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.), em relação à eficiência e, ou, resposta ao nitrogênio.

De acordo com Badaruddin & Meyer (1994), a produtividade do trigo é usualmente maior quando cultivado após a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.); Miller & Dexter (1982) observaram até 15% de acréscimo na produtividade. Entretanto, esses autores constataram que essa leguminosa não substituiu a necessidade de aplicação do N em cobertura na cultura do trigo. A aplicação de N em cobertura no trigo, em sucessão à soja, aumentou a produtividade em 30%. No Brasil, Pöttker et al. (1984) não encontraram efeito positivo das doses de N aplicadas em cobertura sobre o rendimento de grãos. Os autores atribuíram a ausência de resposta ao cultivo anterior de leguminosas e à mineralização da matéria orgânica do solo.

Segundo Schuch & Mundstoch (1994), o nitrogênio, dependendo da dose aplicada, das características físicas e químicas do solo, da temperatura, da fonte de N e da frequência de irrigação, está sujeito a elevadas perdas principalmente por lixiviação e volatilização. Rao & Dao (1992), trabalhando com a cultura do trigo, observaram maior eficiência na absorção de N quando o fertilizante foi aplicado em cobertura e não foi incorporado ao solo, por causa da redução na imobilização do N-NO₃⁻. Segundo esses autores, aplicações parceladas de N, sincronizadas com os períodos de maior demanda pela planta, aumentam a eficiência no uso do fertilizante, reduzindo os processos de perdas.

Ellen & Spiertz (1980), Sowers et al. (1994) também verificaram maior recuperação do fertilizante nitrogenado pela planta quando as doses de N foram parceladas. Segundo Mahler et al. (1994), a baixa recuperação do fertilizante nitrogenado pode ser causada pela denitrificação e, ou, imobilização do N aplicado na semeadura. Roth & Marshall (1987) relataram que a produção de grãos foi maior quando o N em cobertura era aplicado até o final do perfilhamento. Entretanto, Grant et al. (1985) não encontraram vantagens na aplicação parcelada do N.

Portanto, os cultivares de trigo necessitam de definições não só quanto à aplicação ou não do N em cobertura, em sucessão à soja, mas também quanto ao melhor aproveitamento do fertilizante nitrogenado pela planta em função do parcelamento das doses. O presente trabalho objetivou avaliar, após o plantio da soja, a resposta do trigo irrigado cv. EMBRAPA-22 a doses e formas de parcelamento do N, analisando algumas características da planta e a produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra (MG), em 1995 e 1996. A área está situada a 716 m de altitude, 20° 50'30" S e 42° 48'30" W, em solo muito argiloso classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico (Candal Neto, 1985).

As análises física e química do solo, para 1995 e 1996, apresentaram os seguintes valores, respectivamente: pH (5,4 e 5,5), carbono (18,3 e 13,2 g kg⁻¹), P (5,9 e 7,3 mg dm⁻³), K (28,0 e 20,0 mg dm⁻³), Ca²⁺ (2,0 e 1,7 cmol_c dm⁻³), Mg²⁺ (0,8 e 1,5 cmol_c dm⁻³), Al³⁺ (0,2 e zero cmol_c dm⁻³), H + Al (4,8 e 1,8 cmol_c dm⁻³), soma de bases (2,94 e 3,30 cmol_c dm⁻³), CTC total (7,74 e 5,10 cmol_c dm⁻³), saturação por bases (38 e 64,7%), areia grossa (111 e 100 g kg⁻¹), areia fina (60 e 70 g kg⁻¹), silte (50 e 80 g kg⁻¹), argila (780 e 750 g kg⁻¹). Os extratores utilizados foram: Mehlich-1 (P e K), KCl 1 mol L⁻¹ (Ca, Mg e Al) e Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 (H + Al).

Em sucessão à cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), quatro formas de parcelamento (P1- dose total aos 20 dias da emergência (DAE), P2- ½ aos 20 + ½ aos 40 DAE, P3- 1/3 aos 20 + 2/3 aos 40 DAE e P4- 2/3 aos 20 + 1/3 aos 40 DAE), e uma testemunha (sem N em cobertura). No cultivar EMBRAPA-22, 20 dias correspondem ao estágio de desenvolvimento número 4 (início da ereção do pseudocolmo) e 40 dias, ao estágio de desenvolvimento número 8 (folha bandeira visível) na escala Feekes modificada por Large (1954). De acordo com a Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo (1989), este cultivar é recomendado para altitudes superiores a 400 m, solo fértil e irrigação, sendo classificado como pouco tolerante ao alumínio e porte médio. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 4 + 1, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições.

Cada parcela foi composta por 6 linhas com 5 m de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,20 m e uma área útil de 3,2 m². O preparo do solo constou de uma aração feita com arado de discos e três gradagens. Por ocasião da semeadura, 31/05/95 e 10/05/96, a adubação de manutenção foi aplicada no sulco de semeadura, utilizando-se 24 kg ha⁻¹ de N, 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O, sob a forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A precipitação média mensal, nos dois anos, foi, respectivamente, maio (34 e 51 mm), junho (5 e 1 mm), julho (7 e 0 mm), agosto (0 e 11 mm), setembro (6 e 68 mm) e outubro (89 e 152 mm). A irrigação por aspersão foi realizada, levando em consideração a precipitação, a umidade do solo e o estágio da cultura.

Utilizou-se em cobertura o nitrato de amônio como fonte de N. A adubação de cobertura foi feita aos 20 e 40 dias da emergência das plântulas. A dose correspondente a cada tratamento foi dissolvida em seis litros de água (um litro por fileira), aplicados em filete contínuo no solo, junto a cada linha de semeadura, a fim de uniformizar a aplicação. As colheitas foram realizadas em 02/10/95 e 16/09/96.

As características avaliadas foram: altura e acamamento das plantas (% da área útil com plantas acamadas); biomassa seca (Sayre, 1993); índice de colheita (Sayre, 1993); peso hectolítrico; massa de mil grãos; número de espigas por metro quadrado (contagem em fileira com quatro metros); número de grãos por espiga (Sayre, 1993); número de grãos por metro quadrado (produto do número de espigas por metro quadrado pelo número de grãos por espiga); número de perfilhos férteis por planta (estande final/estande inicial) em quatro metros lineares de uma fileira sorteada na parcela e produtividade de grãos (Sayre, 1993).

Os dados foram submetidos, inicialmente, à análise de variância por meio do programa estatístico SAEG-5.0 (Gomes, 1992). A significância dos efeitos principais e das médias do contraste zero vs. fatorial foi comparada pelo teste F. As médias das formas de parcelamento foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Ajustaram-se os modelos de regressão, relacionando as doses de N com as respectivas variáveis. Os critérios para a escolha dos modelos foram: maior coeficiente de determinação e significância dos coeficientes de regressão até 10% pelo teste "t".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos, as doses de N influenciaram significativamente em todas as características avaliadas, exceto na altura das plantas, número de espigas por metro quadrado e índice de perfilhamento, que apresentaram resposta significativa somente em 1996. Para o parcelamento das doses, verificou-se efeito significativo somente para o acamamento das plantas. No contraste em que foi comparada à média das doses (zero vs. fatorial), a testemunha foi superior nas seguintes características: número de espigas por metro quadrado e número de perfilhos férteis por planta em 1996. A altura de plantas, em 1996, e o acamamento das plantas apresentaram a média do fatorial superior à média da testemunha. As outras características avaliadas não apresentaram diferença entre a testemunha e a média do fatorial (Quadro 1). Apesar de as doses intermediárias de N em cobertura revelarem efeito positivo sobre essas características, as doses elevadas produziram um efeito contrário, reduzindo a média do fatorial.

Quadro 1. Médias comparadas entre a testemunha e o fatorial e entre as formas de parcelamento, para altura das plantas (AP), acamamento das plantas (ACA), biomassa seca (BIOM), massa de mil grãos (MMG), peso hectolétrico (PHec.), espigas por metro quadrado (N°Esp m²), grãos por espiga (N°Gr Esp⁻¹), grãos por metro quadrado (N°Gr m⁻²), perfilhos férteis por planta (PFP), índice de colheita (IC) e produtividade de grãos (PROD) do trigo EMBRAPA-22, em 1995 e 1996

Característica	Ano	Média		Forma de Parcelamento			
		Testemunha	Fatorial	P1	P2	P3	P4
A P (cm)	1995	90,20 A	93,00 A	92,50 a	92,80 a	93,50 a	93,10 a
	1996	93,80 B	99,30 A	99,00 a	99,30 a	100,10 a	98,90 a
ACA (%)	1995	0,70 B	31,00 A	40,7 a	33,30 ab	26,30 b	23,80 b
	1996	0,50 B	29,70 A	36,0 a	33,70 ab	27,30 bc	22,00 c
BIOM (kg ha ⁻¹)	1995	8.818 B	10.320 A	10.481 a	10.248 a	10.149 a	10.402 a
	1996	10.042 B	12.551 A	12.686 a	12.378 a	12.462 a	12.676 a
MMG (g)	1995	38,450 A	37,871 A	37,987 a	37,99 a	37,56 a	37,90 a
	1996	39,749 A	39,002 A	39,016 a	38,16 a	39,61 a	39,23 a
PHec (g)	1995	80,95 A	80,38 A	80,18 a	80,57 a	80,42 a	80,33 a
	1996	78,85 A	76,51 B	75,87 a	76,61 a	76,65 a	76,90 a
N°Es m ⁻²	1995	372 A	364 A	366 a	364 a	364 a	363 a
	1996	452 A	422 B	419 a	414 a	423 a	432 a
N°Gr Es ⁻¹	1995	29,60 B	35,30 A	35,51 a	33,61 a	35,72 a	36,28 a
	1996	30,70 B	42,00 A	42,42 a	43,45 a	41,55 a	40,54 a
N°Gr m ⁻²	1995	11.023 B	12.884 A	12.996 a	12.236 a	12.990 a	13.156 a
	1996	13.902 B	17.585 A	17.681 a	17.825 a	17.491 a	17.344 a
PFP	1995	1,07 A	1,01 A	1,019 a	1,017 a	1,00 a	1,02 a
	1996	1,19 A	1,09 B	1,081 a	1,069 a	1,10 a	1,12 a
IC	1995	0,39 A	0,38 A	0,377 a	0,387 a	0,39 a	0,38 a
	1996	0,34 A	0,38 A	0,370 a	0,385 a	0,38 a	0,38 a
PROD (kg ha ⁻¹)	1995	3.978 B	4.539 A	4.497 a	4.557 a	4.528 a	4.576 a
	1996	3.929 B	5.393 A	5.349 a	5.425 a	5.379 a	5.419 a

P1- dose total aos 20 dias da emergência (DAE); P2- 1/2 aos 20 + 1/2 aos 40 DAE; P3- 1/3 aos 20 + 2/3 aos 40 DAE; P4- 2/3 aos 20 + 1/3 aos 40 DAE).

Médias seguidas da mesma letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si a 5% pelo teste Tukey. Médias seguidas por um mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si a 5% pelo teste F.

Apesar de ser o cultivar EMBRAPA-22 classificado como de porte médio, o acamamento das plantas, em 1995 e 1996, aumentou com incremento das doses de N (Figura 1). Segundo Marschner (1995), em cereais, a aplicação de doses elevadas de N aumenta a produção de fitormônios promotores do crescimento e desenvolvimento responsáveis pelos processos de divisão e expansão celular, aumentando o alongamento do caule e, conseqüentemente, a altura das plantas, tornando-as mais susceptíveis ao acamamento.

Quanto às formas de parcelamento, observou-se que em P1 (dose total aplicada aos 20 dias) ocorreu maior acamamento. Para Olsthoorn et al. (1991), quando é alta a disponibilidade de N para as plantas de trigo nos estádios iniciais do crescimento e desenvolvimento, ocorre uma redução na relação raiz/parte aérea, modificando a arquitetura das plantas e favorecendo o acamamento destas. Nesse sentido, a cobertura parcelada em duas vezes

favorece o crescimento e desenvolvimento mais equilibrado das plantas, reduzindo o acamamento.

A biomassa seca apresentou resposta quadrática às doses de N (Figura 1). Os pontos de máximo estimado foram: 94 kg ha⁻¹ de N e 10.616 kg ha⁻¹ de biomassa seca; 97 kg ha⁻¹ de N e 13.040 kg ha⁻¹ de biomassa seca, em 1995 e 1996 respectivamente. As maiores temperaturas ocorridas na época do perfilhamento, em 1995, contribuíram para que o perfilhamento e a biomassa fossem menores que os observados em 1996. Wuest & Cassman (1992) encontraram aumentos na produção de matéria seca da parte aérea com aumento das doses de N em cobertura.

Em 1995 e 1996, a massa de mil grãos máxima estimada foi de 38,9 e 40,3, obtidas nas doses de 30,0 e 37,2 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. O peso hectolétrico, nos dois anos, reduziu linearmente com o incremento das doses de N (Figura 2). A redução nos valores da massa de mil grãos acima das doses

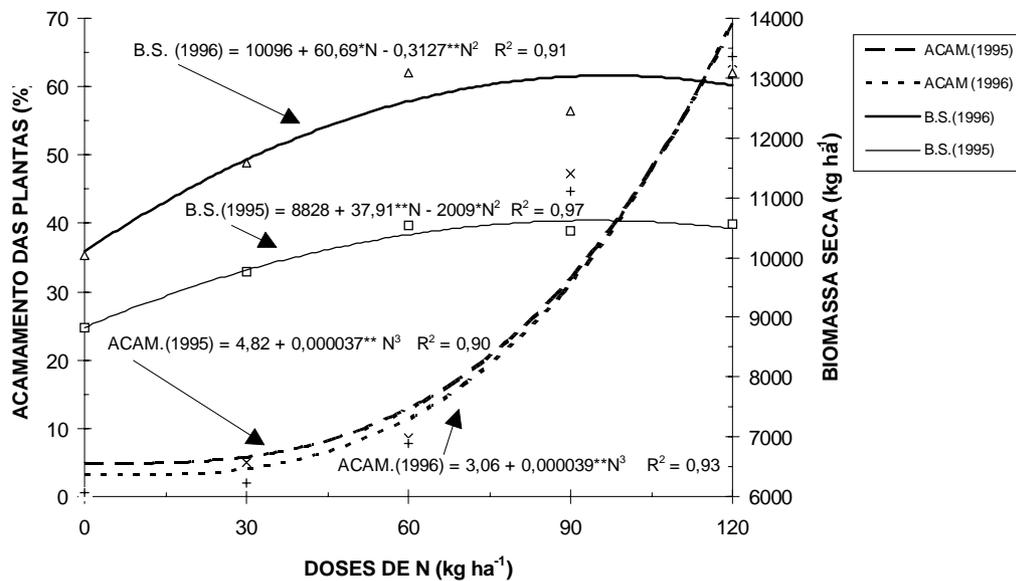


Figura 1. Acamamento das plantas (ACAM.) e biomassa seca (B.S.) de trigo influenciados pelas doses de nitrogênio (N) em cobertura, em 1995 e 1996.

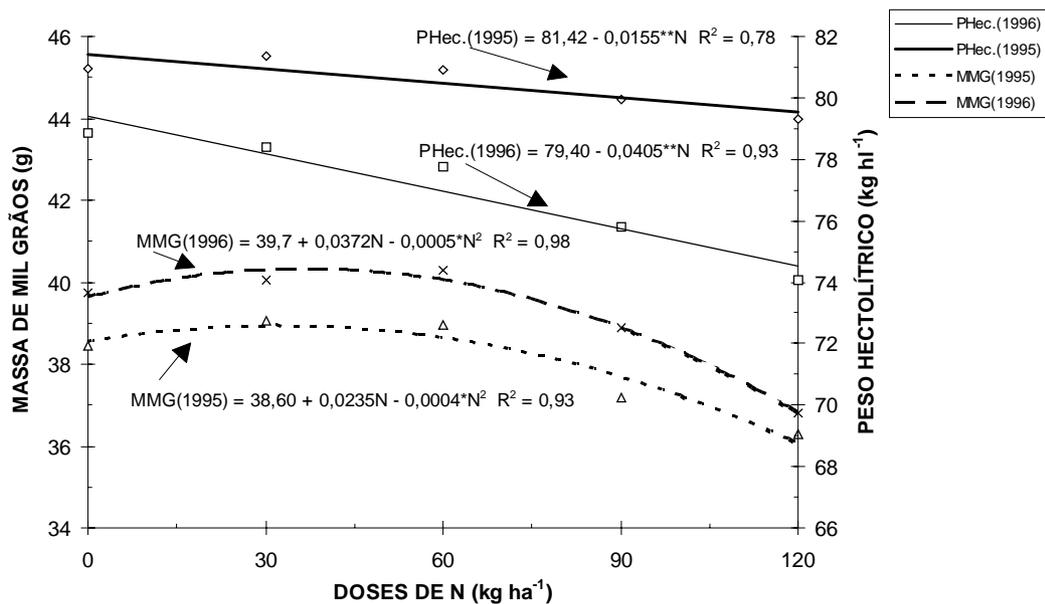


Figura 2. Massa de mil grãos (MMG) e peso hectolétrico (PHec.) de trigo influenciados pelas doses de nitrogênio (N) em cobertura, em 1995 e 1996.

de 30,0 e 37,2 kg ha⁻¹ pode ser atribuída ao aumento no número de grãos por espiga, aumentando a competição por nutrientes e fotoassimilados dentro da espiga e, como consequência, reduzindo a massa dos grãos. A redução do peso hectolétrico com incremento das doses de N pode estar relacionada diretamente com o elevado acamamento das plantas, provocando a formação de grãos pequenos,

enrugados e malformados. As altas correlações negativas de Pearson, observadas entre as duas características (-0,87 e -0,95), em 1995 e 1996, respectivamente, reforçam essa hipótese. Frederick & Camberato (1994) obtiveram redução na massa dos grãos e na produtividade com aumento das doses de N, sendo esses resultados atribuídos ao acamamento das plantas. As chuvas ocorridas em

setembro de 1996, época em que o trigo encontrava-se no estágio de maturação, pode explicar a redução no peso hectolítrico deste ano em relação ao ano anterior.

O número de grãos por espiga e o número de grãos por metro quadrado apresentaram aumento linear com o incremento das doses de N (Figura 3). Frederick & Camberato (1995) observaram que, com incremento das doses de N, o trigo irrigado aumentou o número de grãos por espiga. Mossedaq & Smith (1994) verificaram aumentos no número de grãos por metro quadrado em função da aplicação de N em cobertura. Segundo Marschner (1995), doses elevadas de N proporcionam um acréscimo no teor de ácido giberélico, ocasionando síntese protéica e maior florescimento. Como consequência, a planta

aumenta o número de flores por espiga e o tamanho das espigas. As correlações de Pearson: positiva, entre grãos por espiga e acamamento (0,44 e 0,88); negativa, entre grãos por espiga e peso hectolítrico (-0,63 e -0,88), e negativa, entre grãos por espiga e massa de mil grãos (-0,42 e -0,75), podem explicar, em parte, a ausência de aumento na produtividade com aumento do número de grãos por espiga. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para o número de grãos por metro quadrado.

O índice de colheita e a produtividade apresentaram o mesmo comportamento, com resposta quadrática em relação às doses de N (Figura 4). Em 1995, o índice de colheita máximo estimado de 0,405 (40,5%) foi atingido com 39 kg ha⁻¹ de N. Já em 1996, este ponto

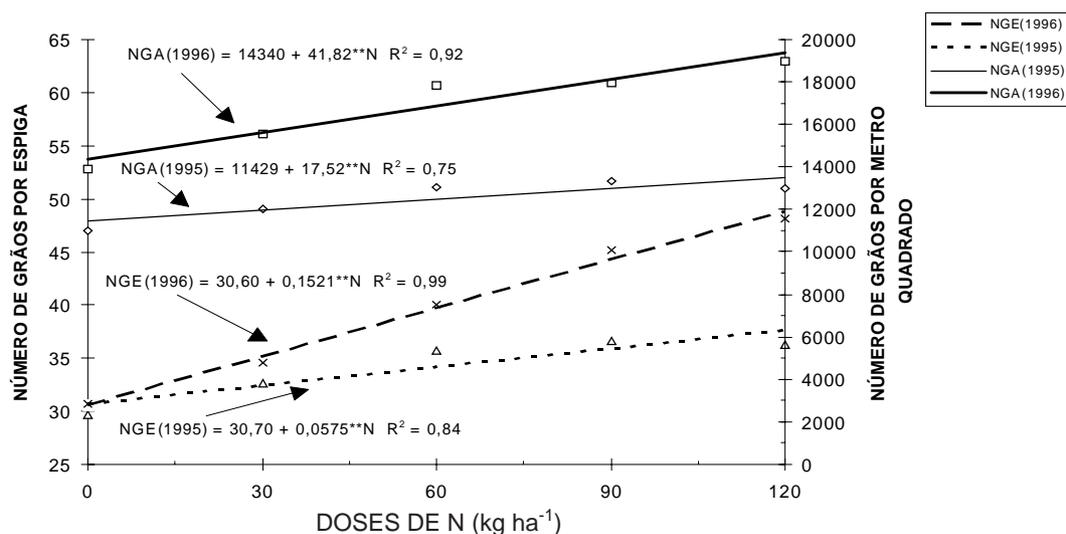


Figura 3. Número de grãos por espiga (NGE) e número de grãos por metro quadrado (NGA) de trigo influenciados pelas doses de nitrogênio (N) em cobertura, em 1995 e 1996.

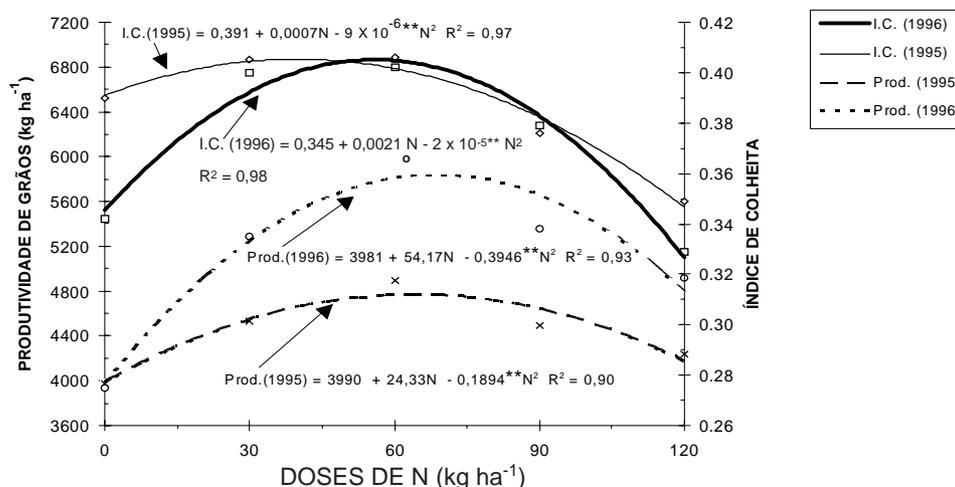


Figura 4. Índice de colheita (I.C.) e produtividade de grãos (Prod.) de trigo influenciados pelas doses de nitrogênio (N) em cobertura, em 1995 e 1996.

foi obtido com 52,5 kg ha⁻¹ de N e índice de colheita de 0,400 (40,0%). Em 1995, a produtividade máxima estimada de 4.771 kg ha⁻¹ de grãos foi alcançada com 64 kg ha⁻¹ de N. Em 1996, este ponto foi obtido com 68,6 kg ha⁻¹ de N e produtividade de grãos de 5.840 kg ha⁻¹. As temperaturas mais amenas, o maior número de espigas por metro quadrado e a maior massa de mil grãos, observados em 1996, são alguns fatores que podem ter contribuído para os melhores resultados nesse ano. A produtividade de grãos obtida nos dois experimento está bem próxima dos valores encontrados por Silva (1991), para o trigo BR12-ARUANÃ irrigado cultivado em sucessão à soja.

CONCLUSÕES

1. O cultivar EMBRAPA-22 foi afetado pelo N em cobertura.
2. O cultivar EMBRAPA-22 comportou-se de maneira indiferente em relação ao parcelamento das doses de N, exceto para o acamamento das plantas onde é maior quando o N em cobertura é aplicado em uma única vez.
3. Nas condições em que o experimento foi instalado, o cultivar EMBRAPA-22 demonstrou-se susceptível ao acamamento das plantas quando doses superiores a 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura são ministradas, independentemente da época de aplicação.

LITERATURA CITADA

- ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, Ilhéus, 1984. Anais. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.1-18.
- BADARUDDIN, M. & MEYER, D.W. Grain legumes effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. *Crop Sci.*, 34:1304-1309, 1994.
- CANDAL NETO, J.F. Cultivo consorciado de milho e feijão: efeitos da altura de plantas de milho e de sua densidade populacional. Viçosa, UFV, 1985. 68p. (Tese de Mestrado)
- CANTARELLA, H. & RAIJ, B.V. Adubação nitrogenada no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, Ilhéus, 1984. Anais. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.47-79.
- COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. Recomendações da Comissão Centro-Brasileira de Pesquisa de Trigo para o ano de 1989. Goiânia, EMGOPA, 1989. 60p. (EMGOPA. Documentos, 05)
- ELLEN, J. & SPIERTZ, J.H.J. Effect of rate and timing of nitrogen dressings on grain yield formation of winter wheat. *Fert. Res.*, 1:177-190, 1980.
- FREDERICK, J.R. & CAMBERATO, J.J. Leaf net CO₂-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. *Crop Sci.*, 34:432-439, 1994.
- FREDERICK, J.R. & CAMBERATO, J.J. Water and nitrogen effects on winter in the Southeastern Coastal Plain: I. grain yield and kernel traits. *Agron. J.*, 87:521-526, 1995.
- FREITAS, J.G.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P. & CASTRO, J.L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:229-234, 1995.
- GOMES, J.M. SAEG – Sistema para Análises Estatísticas. Viçosa; UFV, 1992. 100p.
- GRANT, C.A.; STOBBE, E.H. & RACZ, G.J. The effect of fall applied N and P fertilizer and timing of N application on yield and protein content of winter wheat grown on zero-tilled land in Manitoba. *Can. J. Soil Sci.*, 65:621-628, 1985.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals: Illustrations of the Freeks' scale. *Plant Pathol.*, 3:128-129, 1954.
- MAHLER, R.L.; KOEHLER, F.E. & LUTCHER, L.K. Nitrogen source, timing of application, and placement: effects of winter wheat production. *Agron. J.*, 86:637-642, 1994.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego, Academic Press, 1995. 889p.
- MILLER, S.D. & DEXTER, A.G. No-till crop production in the Red River Valley. *ND Farm Res.*, 40:3-5, 1982.
- MOSEDAQ, F. & SMITH, D.H. Timing nitrogen application to enhance spring wheat yields in a mediterranean climate. *Agron. J.*, 86:221-226, 1994.
- OLSTHOORN, A.F.M.; KELTJENS, W.G.; BAREN, B. & HOPMAN, M.C.G. Influence of ammonium on fine root development and rhizosphere pH of Douglas-fir seedlings in sand. *Plant Soil*, 133:75-81, 1991.
- PERES, J.R.R. & SUHET, A.R. Adubação nitrogenada no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BRASIL, Ilhéus, 1984. Anais. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.221-242.
- PÖTTKER, D.; CARVALHO, F.A. & NAKAYAMA, L.H.I. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 19:1197-1201, 1984.
- RAO, S.C. & DAO, T.H. Nitrogen placement and tillage effects on nitrogen assimilation by wheat. *Agron. J.*, 84:1028-1032, 1992.
- ROTH, G.W. & MARSHALL, H.G. Effects of timing of nitrogen fertilization and a fungicide on soft red winter wheat. *Agron. J.*, 79:197-200, 1987.
- SAYRE, K.D. Fórmulas usadas para los componentes de rendimento. Análisis del programa de produccion de CIMMYT. El Batán: CIMMYT, 1993. Não paginado. (Mimeo.)
- SCHUCH, L.A.B. & MUNDSTOCK, C.M. Resposta de girassol a doses e ao parcelamento da aplicação de nitrogênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 29:381-387, 1994.
- SILVA, D.B. Efeito do nitrogênio em cobertura sobre o trigo irrigado em sucessão à soja na região dos cerrados. *Pesq. Agropec. Bras.*, 26:1387-1392, 1991.
- SIQUEIRA, O.J.F. Avaliação conjunta das respostas do trigo à adubação nitrogenada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina e transformações das informações experimentais em recomendações gerais para o setor. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15., Passo Fundo, 1988. Resultados. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 1988. p.239.
- SOWERS, K.E.; PAN, W.L.; MILLER, B.C. & SMITH, J.L. Nitrogen use efficiency of split nitrogen applications in soft white winter wheat. *Agron. J.*, 86:942-948, 1994.
- WUEST, S.B. & CASSMAN, K.G. Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat: I. Uptake efficiency of preplant versus late-season application. *Agron. J.*, 84:682-688, 1992.