

Efeito da Adubação Nitrogenada, Arranjo de Plantas e Redutor de Crescimento no Acamamento e em Características de Cevada



Mauro Cesar Celaro Teixeira¹
Osmar Rodrigues²

Passo Fundo, RS

2003

Resumo

A adubação nitrogenada, o arranjo de plantas e o uso de regulador de crescimento podem influenciar o desenvolvimento e o crescimento de plantas de cevada e, dessa forma, ter efeito no acamamento, no rendimento e qualidade de grãos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio, do arranjo em linhas pareadas e do uso de redutor de crescimento na estatura de plantas, no acamamento e no rendimento de grãos de cevada. O experimento foi conduzido em Passo Fundo-RS/2002, em delineamento

¹ Pesquisador, Ph.D., Embrapa, Cx.P. 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. mauro@cnpt.embrapa.br

² Pesquisador, M.Sc., Embrapa, Cx.P. 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. osmar@cnpt.embrapa.br

experimental em parcelas subsubsubdivididas com quatro repetições. Os tratamentos foram: 45 ou 65 kg de nitrogênio em cobertura/ha, aplicados na fase de duplo anel; linhas pareadas ou simples (17 cm); uso ou não do redutor Moddus® (trinexapac-etil, 0,4 L/ha) e as variedades Embrapa 127 e MN 698. O aumento da dose de nitrogênio incrementou a estatura de plantas, o número de demandas reprodutivas e o índice de acamamento. O arranjo de plantas em linhas pareadas proporcionou incremento do rendimento de grãos, principalmente em razão do aumento de rendimento de grãos com qualidade industrial superior e do peso de grãos. O uso do redutor de crescimento resultou em plantas de menor estatura, e redução no índice de acamamento, porém não foi constatada diferença no índice de acamamento entre as variedades estudadas.

Palavras-chaves: *Hordeum vulgare*, linhas pareadas, trinexapac-etil, estatura, rendimento de grãos.

Effect of Nitrogen Fertilizer, Plant Arrangement, and Growth Retardant on Lodging and Characteristics of Barley

Abstract

Some management practices, as nitrogen fertilization, plant arrangement, and the use of growth regulators can affect growth and development of barley plants, thus having effect on lodging, grain yield, and grain quality. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen doses, paired-row spacing and the use of a growth retardant on plant height, lodging, and grain yield of barley varieties. The experiment was conducted in Passo Fundo-RS-Brazil/2002, in a split-split-split-plot design with four reps. Treatments used were: two nitrogen doses (45 or 65 kg N/ha), as urea applied at the double ridge stage; the use of paired-rows or spacing them uniformly (17cm); and the use or not of the growth retardant Moddus® (trinexapac-ethyl, 0.4 L/ha), and two barley varieties, Embrapa 127 and MN 698. The increase of nitrogen dose to 65 kg/ha raised plant height, the number of reproductive sinks, and the lodging index. The paired-row spacing promoted the increase of grain yield, mainly due to the increase of the yield of grains with higher industrial quality, and grain weight. The use of the growth retardant resulted in shorter plants, and reduced lodging index, but no difference was found for the lodging index among the varieties studied.

Index terms: *Hordeum vulgare*, paired-row spacing, trinexapac-ethyl, plant height, grain yield.

Introdução

O acamamento, definido como alteração permanente da posição vertical do colmo (Pinthus, 1973), é verificado freqüentemente em lavouras de cevada cervejeira e pode trazer conseqüências indesejadas, tanto para o rendimento de grãos como para as características do malte que venha a ser produzido. Esse fator está relacionado com as condições da planta, sobretudo estatura e resistência do colmo, como também com as condições do meio, principalmente a intensidade de vento e chuva (Board, 2001). Mesmo com o uso de variedades modernas que incorporem genes de baixa estatura e que potencialmente reduzem a incidência de acamamento quando comparadas com materiais mais antigos (Brancourt *et al.*, 2003), ainda existe grande incidência de acamamento, principalmente em áreas de alta fertilidade e de alta freqüência de ocorrência de fatores meteorológicos que atuam como agentes causadores de acamamento, situação muito comum em áreas de cultivo de cevada no Sul do Brasil. Algumas práticas de manejo, como a adubação nitrogenada, o arranjo de plantas e a aplicação de redutor de crescimento podem influenciar significativamente o desenvolvimento e o crescimento de plantas e, dessa forma, servir como estratégias para reduzir ou controlar o acamamento, com possíveis efeitos no rendimento e na qualidade de grãos em cevada.

É notório que o nitrogênio é um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento em cereais e normalmente determina respostas significativas em termos de rendimento de grãos. No entanto, seu uso deve ser o mais racional possível, pois, além do custo elevado e de perdas que podem ocorrer na lavoura, principalmente por lixiviação e volatilização, está associado, dependendo das condições de ambiente, à incidência de acamamento de plantas. Portanto, para minimizar perdas e aumentar a produtividade de grãos em cevada a indicação de uso de nitrogênio é de aplicação parcelada, parte por ocasião da semeadura e o restante em cobertura (Mundstock, 1999).

Diferentes arranjos ou distribuições espaciais de plantas resultam em alteração na competição entre indivíduos da população por recursos do meio, com reflexos no desenvolvimento. Foi constatado que, ao aumentar a disponibilidade de luz no interior do dossel de plantas que possuíam capacidade fotossintética semelhante, ocorreu diminuição do alongamento do colmo (Garrison e Briggs, 1972; Holmes e Smith, 1977). Efeitos benéficos da melhor distribuição luminosa em cereais e da modificação do arranjo de plantas com a adoção de linhas pareadas também foram relatados por Xie *et al.* (1998), Young *et al.* (1999) e Cook *et al.* (2000). Portanto, arranjos que propiciem aumento de luminosidade na base das plantas podem teoricamente influenciar o desenvolvimento de afilhos e o crescimento de colmos, com possível efeito no acamamento e nos componentes do rendimento.

Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente, ligam-

se a receptores na planta e desencadeiam mudanças no metabolismo celular que podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos. Em especial, os chamados redutores de crescimento são empregados em cereais para redução da estatura de plantas com a finalidade de controlar ou minimizar o acamamento. Eles normalmente atuam no metabolismo de giberelinas e podem reduzir o alongamento de entrenós de plantas de acordo com o estágio fenológico de aplicação e da dose empregada (Treharne *et al.*, 1995). Também podem afetar outras características de plantas, como: número (Goss *et al.*, 2002) e crescimento de afilhos (Peltonen-Sainio *et al.*, 2003), número de estruturas reprodutivas (Zagonel *et al.*, 2002), comprimento de raízes (Fagerness e Penner, 1998; Qian e Engelke, 1999), estolões (Fagerness *et al.*, 2002) e inibição do transporte de elétrons na cadeia respiratória em mitocôndrias (Heckman *et al.*, 2002). O Moddus® (i.a. trinexapac-etil) atua reduzindo o alongamento dos entrenós pela inibição da síntese de GA₁ a partir do precursor GA₂₀ o que leva à acumulação de GA₂₀, no tecido vegetal (Davies, 1987). Dessa forma, o uso de redutor de crescimento pode ser apontado como uma possível ferramenta para controle de acamamento, com reflexos na produtividade e na qualidade de grãos de cevada.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do uso de duas doses de nitrogênio (N) em cobertura, do arranjo de plantas em linhas pareadas ou simples e do uso de redutor de crescimento na estatura de plantas, no acamamento e na determinação do rendimento de grãos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano de 2002, no município de Passo Fundo, RS, em semeadura direta, em Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura argilosa, e tendo soja como cultura antecessora de verão. Por ocasião da semeadura, foram aplicados 10 kg de nitrogênio/ha e adubação de fósforo e potássio, conforme a análise de solo. A semeadura foi realizada no dia 20 de maio, e os tratamentos foram os seguintes: duas variedades de cevada, Embrapa 127 e MN 698; duas doses de nitrogênio em cobertura (45 ou 65 kg N/ha), aplicadas na forma de uréia, a lanço, na superfície, no estágio de duplo anel; arranjo de plantas em linhas pareadas ou simples (17 cm), com densidade única de 250 plantas/m²; e aplicação ou não, no estágio de primeiro a segundo nó visível do colmo principal (estádio 31-32 da escala Zadoks *et al.*, 1974), do redutor de crescimento de nome comercial Moddus®, i.a. trinexapac-etil, fórmula " [4-(cyclopropyl-a-hydroxy-methylene)-3,5-dioxocyclohexanecarboxylic acid ethyl ester]", na dose de 0,4 L/ha, com pulverizador costal de CO₂, vazão de 150 L/ha. O delineamento usado foi blocos casualizados dispostos em parcelas subsubsubdivididas de 5 m de comprimento e 3 m de largura, com quatro repetições. Os arranjos de plantas constituíram as parcelas principais; as doses de nitrogênio em cobertura, as

subparcelas; as variedades, as subsubparcelas; e o uso ou não do redutor de crescimento, as subsubsubparcelas.

Foram estimadas as seguintes características: rendimento de grãos, componentes do rendimento (número de espigas/m², número de grãos/espiga e peso de grãos), estatura e acamamento de plantas.

O acamamento foi estimado para cada parcela, usando o cálculo do índice de acamamento Belga (IA), descrito em Moes e Stobbe (1991).

$$IA = S \times I \times 0,2$$

S= área da superfície acamada; (1= sem acamamento, 9= totalmente acamada).

I= intensidade do acamamento; (1= plantas na vertical, 5 = plantas na horizontal).

A análise da variância foi efetuada para todas as características estudadas, usando o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System). A comparação de médias foi efetuada pelo teste de Tukey, considerando a probabilidade de erro de 5%.

Resultados e Discussão

A maior dose de nitrogênio aplicada em cobertura (65 kg de N/ha), quando comparada com a menor dose (45 kg de N/ha), determinou acréscimos no número de demandas reprodutivas, representadas pelo número de grãos por unidade de área (Tabela 1). Esse acréscimo de 20 kg de nitrogênio aplicados em cobertura determinou aumento de 12,2% no número de espigas/m² e 13,5% no número de grãos/espiga e provocou, também, redução do peso de grãos de cevada em 1,6%, o que mostra efeito de compensação entre os componentes do rendimento.

Tabela 1. Componentes do rendimento de grãos de cevada em função da dose de nitrogênio aplicada em cobertura, Passo Fundo/RS, 2002.

N (kg/ha)	Espigas/m ²	Grãos/espiga	Peso mil grãos (g)
45	417 b	18,5 b	38,0 a
65	468 a	21,0 a	37,4 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

O efeito no aumento de rendimento de grãos, pela aplicação de 65 kg N/ha, foi maior na variedade MN 698, na qual o rendimento de grãos aumentou em

6,5%, não ocorrendo acréscimos significativos na variedade Embrapa 127 (Tabela 2). Embora de pequena magnitude, porém significativa, o aumento na quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura de 45 para 65 kg/ha provocou aumento da estatura de planta em 2,0% (Tabela 3) e elevação do índice de acamamento de cevada em 260% (Tabela 4). Esses resultados indicam diferença do uso de nitrogênio entre genótipos e concordam com os obtidos por Alfonso et al. (2003) em estudo de associação de acamamento e nitrogênio em variedades de cevada cultivadas no Sul do Brasil, apontando para a existência de outros fatores, além do aumento da estatura, na determinação do acamamento de plantas que receberam incremento na adubação nitrogenada em cobertura.

Tabela 2. Relação entre variedades e doses de nitrogênio em cobertura para o rendimento de grãos de cevada, Passo Fundo/RS, 2002.

Variedade	Dose de nitrogênio (kg/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)
Embrapa 127	45	2.823 c
Embrapa 127	65	2.733 c
MN 698	45	3.336 b
MN 698	65	3.554 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

Tabela 3. Estatura de planta de cevada em função da cultivar, do arranjo de plantas, da dose de nitrogênio em cobertura e da aplicação de redutor de crescimento, Passo Fundo/RS, 2002.

	Cultivar		Arranjo		Nitrogênio		Redutor de crescimento	
	Embrapa 127	MN 698	Simplex	Pareado	45 kg/ha	65 kg/ha	Sem	Com
Estatura (cm)	86 a	90 b	89 a	86 b	87 b	89 a	91 a	84 b

Médias seguidas de mesma letra, por tratamento, na linha, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

Tabela 4. Índice de acamamento de cevada em função da cultivar, do arranjo de plantas, da dose de nitrogênio em cobertura e da aplicação de redutor de crescimento, Passo Fundo/RS, 2002.

	Cultivar		Arranjo		Nitrogênio		Redutor de crescimento	
	Embrapa 127	MN 698	Simplex	Pareado	45 kg/ha	65 kg/ha	Sem	Com
Índice de acamamento	0,7 a	0,4 a	0,7 a	0,5 a	0,3 b	0,8 a	0,7 a	0,5 b

Médias seguidas de mesma letra, por tratamento, na linha, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

A cevada em arranjo de linhas pareadas apresentou rendimento de grãos 16,8% superior ao de linhas simples (Fig. 1). Essa diferença resultou, principalmente, do aumento do rendimento de grãos maiores (retidos na peneira de 2,8 mm), não ocorrendo diferenças significativas nos grãos retidos nas peneiras de 2,5 e 2,2 mm (Fig. 1). A maior contribuição dos grãos maiores para o estabelecimento do rendimento de grãos em linhas pareadas pode ser explicada, possivelmente, pelo aumento da radiação luminosa no interior da cultura durante a fase de enchimento de grãos.

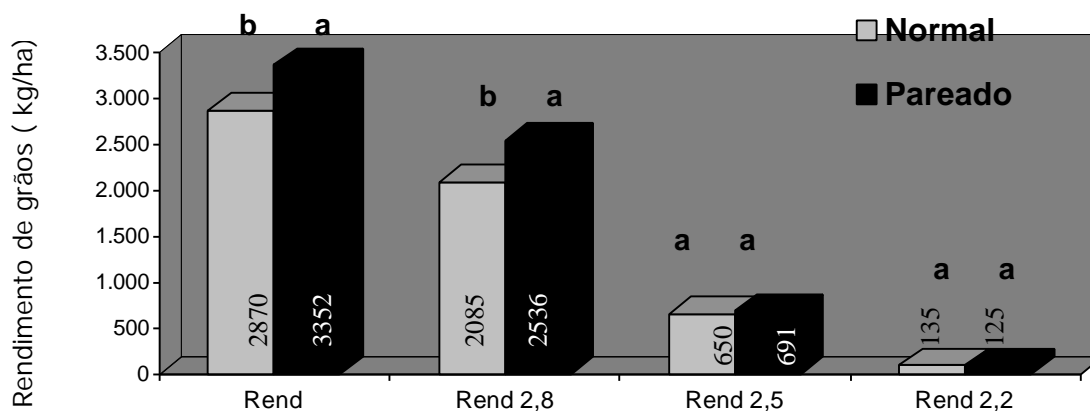


Fig. 1 - Efeito do arranjo de plantas no rendimento de grãos de cevada, rendimento na peneira de 2,8 mm, 2,5 mm e 2,2 mm.

A maior disponibilidade de radiação luminosa no interior da cultura durante o enchimento de grãos pode melhorar as condições para realização de fotossíntese nas folhas inferiores e de afilhos férteis e, dessa forma, incrementar o peso de grãos de forma geral. Isso pode ser verificado observando-se os dados apresentados na Tabela 5, em que o peso de grãos em linhas pareadas foi 2,7% superior, não ocorrendo diferenças significativas no número de espigas/m² e no número de grãos por espiga. Também houve redução significativa da estatura de plantas no tratamento de linhas pareadas, o que concorda com relatos de Kendrick e Kronenberg (1986) sobre o efeito da luz no desenvolvimento de plantas, em que, em condição semelhante de capacidade fotossintética, plantas cujos caules receberam maior quantidade de luz branca tiveram menor alongamento. Porém, como os índices de acamamento verificados no experimento foram de baixa magnitude, não foi possível constatar redução significativa do índice de acamamento com o emprego de pareamento em cevada.

Tabela 5. Componentes do rendimento de grãos de cevada em função do arranjo espacial de plantas, Passo Fundo/RS, 2002.

Arranjo	Espigas/m ²	Grãos/espiga	Peso mil grãos (g)
Simples	331 a	18,6 a	37,2 b
Pareado	438 a	21,4 a	38,2 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5%.

O redutor de crescimento Moddus (trinexapac-etil) foi usado para verificar o efeito na redução da estatura de planta e se esse efeito estaria associado à diminuição do índice de acamamento. O uso do redutor de crescimento durante os primeiros estádios de desenvolvimento de plantas de cevada, entre o aparecimento do primeiro e segundo nós, resultou na diminuição significativa da estatura (7,7%) dos genótipos testados (Tabela 3), concordando com estudos de Rajala e Peltonen-Sainio (2001) e de Zagonel *et al.* (2002). Porém, em virtude de a magnitude dos índices ter sido baixa no local e no ano de realização do experimento, não passando de 2,0 da escala empregada, só foi possível detectar diferença significativa na redução do acamamento pelo emprego do redutor de crescimento Moddus® (i.a. trinexapac-etil) na variedade Embrapa 127, que diminuiu de 1,2 para 0,4, em uma amplitude de variação possível de 9,0 (plantas totalmente acamadas) a 0,2 (sem acamamento).

Comparando Embrapa 127 e MN 698, não foi constatada diferença significativa no índice de acamamento entre as cultivares, apesar de a estatura de planta da MN 698 ter sido 4,8% maior que a de Embrapa 127 (Tabela 4). Em relação aos componentes do rendimento, houve interação entre o uso de redutor de crescimento e variedades. A variedade Embrapa

127, além de diminuir significativamente a estatura de planta, aumentou o peso de grãos com o uso de redutor de crescimento de 35,0 g para 36,8 g, ao contrário da variedade MN 698, na qual não houve diferença para peso de grãos com o uso ou não de redutor de crescimento. Considerando a cevada de Classe I como a resultante do somatório das frações de grãos que ficam retidas nas peneiras de 2,8 e 2,5 mm, em que normalmente é pago ao produtor 90% do preço do trigo, foram constatados o rendimento de 2.627 kg/ha para a variedade Embrapa 127 e o rendimento de 3.336 kg/ha para a variedade MN 698.

Conclusões

O aumento da dose de nitrogênio em cobertura foi o fator de maior efeito no aumento do índice de acamamento, considerando o ano e o local de realização do experimento.

O arranjo de plantas em linhas pareadas proporcionou redução da estatura de plantas, aumento do rendimento de grãos e do peso de grãos.

Considerando o ano e o local do experimento, não foram constatadas diferenças, quanto ao acamamento, entre as variedades de cevada estudadas.

Referências Bibliográficas

ALFONSO, C. W.; POLETTO, N.; GROHS, D. S.; PIANA, A.; MUNDSTOCK, C. M. Acamamento e características do colmo de cevada sob doses de nitrogênio em cobertura. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 23., 2003, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo 2003. v. 1, p. 479-488.

BOARD, J. Reduced lodging for soybean in low plant population is related to light quality. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 379-384, 2001.

BRANCOURT, H. M.; DOUSSINAULT, G.; LECOMTE, C.; BERARD, P.; LE BUANEC, B.; TROTET, M. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 1, p. 37-45, 2003.

COOK, R. J.; OWNLEY, B. H.; ZHANG, H.; VAKOCH, D. Influence of paired-row spacing and fertilizer placement on yield and root diseases of direct-seeded wheat. **Crop Science**, Madison, v. 40 n. 4, p. 1079-1087, 2000.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.

FAGERNESS, M. J., PENNER, D. 14C-Trinexapac-ethyl absorption and translocation in Kentucky bluegrass. **Crop Science**, Madison, v. 38, p. 1023-1027, 1998.

FAGERNESS, M. J.; YELVERTON, F. H.; LIVINGSTON III, D. P.; RUFTY Jr., T. W. Temperature and trinexapac-ethyl effects on bermudagrass growth, dormancy, and freezing tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 853-858, 2002.

GARRISON, R.; BRIGGS, W. R. Internodal growth in localized darkness. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 133, p. 270-276, 1972.

GOSS, R. M.; BAIRD, J. H.; KELM, S. L.; CALHOUN, R. N. Trinexapac-ethyl and nitrogen effects on creeping bentgrass grown under reduced light conditions. **Crop Science**, Madison, v. 42. p. 472-479, 2002.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 423-427, 2002.

HOLMES, M. G.; SMITH, H. The function of phytochrome in the natural environment: II the influence of vegetation canopies on the spectral energy distribution of natural daylight. **Photochemistry and Photobiology**, Ottawa, v. 25, p. 539-545, 1977.

KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. **Photomorphogenesis in plants**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. 580 p.

MOES, J.; STOBBE, E. H. Barley treated with ethephon: I. yield components and net grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 86-90, 1991.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 1999. 228 p.

PELTONEN-SAINIO, P.; RAJALA, A.; SIMMONS, S.; CASPERS, R.; STUTHMAN, D. D. Plant growth regulator and daylength effects on preanthesis main shoot and tiller growth in conventional and dwarf oat. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 227-233, 2003.

PINTHUS, M. J. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. **Advances in Agronomy**, New York, v. 25, p. 209-263, 1973.

QIAN, Y. L.; ENGELKE, M. C. Influence of trinexapac-ethyl on diamond zoysiagrass in a shade environment. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 202-208, 1999.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 936-943, 2001.

TREHARNE, K. J.; CHILD, R. D.; ANDERSON, H.; HOAD, G. H. Growth regulation of arable crops. **Plant growth substances**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. p. 343-374

XIE, H. S.; ROURKE, D. R. S.; HARGRAVE, A. P. Effect of two spacing and seed/fertilizer placement on agronomic performance of wheat and canola in zero tillage systems. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 78, n. 3, p. 389-394, 1998.

YOUNG, F. L.; SEEFELDT, S. S.; BARNES, G. F. Planting geometry of winter wheat (*Triticum aestivum*) can reduce jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) spikelet production. **Weed Technology**, Pullman, v. 13, n. 1, p. 183-190, 1999.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



[Comitê de Publicações da Unidade](#)

Presidente: Irineu Lorini

Membros: Beatriz M. Emygdio, Gilberto O. Tomm, José Maurício C. Fernandes, Martha Z. de Miranda, Renato S. Fontaneli, Sandra P. Brammer, Sírio Wiethölter

[Expediente](#)

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins

Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

TEIXEIRA, M. C. C.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 20). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp20.htm