

# Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante

*Nitrogen management associated with growth retardants in wheat cv. Mirante*

Deivid Luis Vieira Stefen<sup>1</sup>, Clovis Arruda de Souza<sup>2\*</sup>, Cileide Maria Medeiros Coelho<sup>2</sup>, Marcelo Eduardo Tormen<sup>2</sup>, Paulo Roberto Zanesco<sup>2</sup>, Ricardo Trezzi Casa<sup>2</sup>, Luís Sangoi<sup>2</sup>, Francielle Regina Nunes<sup>2</sup>

Recebido em 19/10/2012; aprovado em 18/12/2013.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação do nitrogênio em cobertura na fase vegetativa e reprodutiva, associado ao emprego de redutores de crescimento sobre a altura das plantas, produtividade e teor de proteína total nos grãos de trigo cv. Mirante. O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2011, em Lages, SC. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo de 2x7, totalizando 14 tratamentos, compostos por duas épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura (estádio vegetativo e reprodutivo), seis redutores de crescimento (cloreto de mepiquate, cloreto de chlormequate, cloreto de clorocolina, ethyl-trinexapac, prohexadione-Ca e etefon) e duas doses de redutores de crescimento. Sendo assim as plantas que receberam N na fase vegetativa receberam uma dose dos redutores aplicados no estágio 31 de Zadoks, e as plantas que receberam N na fase vegetativa+reprodutiva também receberam duas doses de redutores aplicados nos estádios 31 e 32 de Zadoks (primeiro e segundo nó visível). O emprego dos redutores de crescimento, ethyl-trinexapac e prohexadione-Ca, possibilitaram a redução de pelo menos 10 cm na altura das plantas, não afetando os caracteres número de espiguetas por espigas, grãos de diâmetro maior que 1,75 mm, massa de

mil grãos e peso hectolitro. A aplicação de N na fase reprodutiva do trigo possibilitou incremento no teor de proteína total de 12,2 para 13,9%. Não se observaram diferenças no rendimento de grãos, tanto para as épocas de aplicação de nitrogênio como também aos redutores de crescimento e suas doses, sendo a produtividade média de 4.750 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, nos aspectos relacionados à qualidade do grão, observou-se que a aplicação de nitrogênio no estágio reprodutivo da cultura propiciou uma produção de grãos de melhor qualidade com maior massa, peso hectolitro e teor de proteína total.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Triticum aestivum*, redutores de crescimento, nutrição de plantas.

## SUMMARY

This study aimed to evaluate the nitrogen topdressing effects applied on vegetative cover and during the reproductive stage associated with associated with the use of reducing growth on plant height, yield and total protein content in grains of wheat cv. Mirante. The experiment was carried out at field conditions during 2011 growing season in Lages, SC. The experimental was a randomized block design with four replications in a 2x7 factorial, a total of 14 treatments consisted of twice nitrogen topdressing (vegetative and reproductive stage),

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Av. Luiz Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Av. Luiz Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Email: souza\_clovis@cav.udesc.br.

\*Autor para correspondência.

six plant growth retardant treatments (mepiquat chloride, chlormequat chloride, chlorocholine chloride, ethyl-trinexapac, prohexadione-Ca and ethephon) and two doses of retardant. The plants that received N at vegetative received a dose of plant growth retardants used in stage 31 of Zadoks, and plants that received N at vegetative + reproductive also received two doses of retardants applied in stages 31 and 32 of Zadoks (first and second node visible). The treatments with ethyl-trinexapac or prohexadione-Ca, allowed the plant height reduction of at least 10 cm and did not affect the characteristics: number of spikelets per spike, grains diameter higher than 1.75 mm, thousand grain weight and hectoliter mass. The N topdressing at reproductive stage of wheat allowed increase in total protein content from 12.2 to 13.9%. There were no differences in yield between the times of nitrogen applied nor due to plant growth retardant doses, with an average yield of 4,750 kg ha<sup>-1</sup>. However, related to the aspects of grain quality, it was observed that N topdressing at reproductive stage of crop lead to high grain quality, high grain specific mass and to high total protein content.

**KEY WORDS:** *Triticum aestivum*, plant growth regulators, plant nutrition.

## INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo (MAPA, 2012). O alto potencial de produção da cultura do trigo vem sendo obtido pelo uso de cultivares modernas aliado ao uso racional e integrado dos recursos do solo, clima e técnica de manejo. Entre as técnicas de manejo, destaca-se a adubação nitrogenada em razão do nitrogênio (N) ser um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura (PENCKOWSKI et al., 2010). O N é o nutriente que mais comumente limita o rendimento e o de maior efeito sobre a qualidade do grão de trigo (FAGERIA et al., 2006).

A concentração de proteínas nos grãos de

trigo é um dos fatores determinantes da qualidade da farinha. As características reológicas da farinha dependem da quantidade e da qualidade das proteínas presentes nos grãos (GUTKOSKI et al., 2002). O teor de proteínas nos grãos pode variar de 8% até 18%, sendo que um bom trigo para panificação sempre deve apresentar no mínimo 12% de proteína. Quando as plantas de trigo encontram N disponível, podem facilmente produzir grãos com 15% de proteína, obtendo a classificação comercial de Trigo Melhorador (ROSA FILHO, 2010). O teor e a qualidade das proteínas são especialmente afetados pelas diferenças ambientais como clima, irrigação, temperatura, fertilidade, mobilidade do nutriente no solo e na planta e disponibilidade de nitrogênio no solo (CAZETTA et al., 2008).

Para a síntese de proteína nos grãos de trigo, o N é translocado dos tecidos (folhas) para a espiga durante a fase de enchimento dos grãos e desta maneira convertido a N-proteico (DIDONET et al., 2000). Grande parte do N usado para sintetizar proteína no grão é absorvido antes da floração. Sendo assim, a quantidade de N armazenado nos tecidos da planta, no momento da floração, define o N disponível para sintetizar compostos nitrogenados na planta e formação de proteína nos grãos. A adubação nitrogenada no estágio reprodutivo (florescimento, estágio 51 de Zadoks) (ZADOKS et al., 1974) aumenta a disponibilidade de N justamente antes do enchimento de grãos, permitindo que maiores quantidades de proteína sejam sintetizadas. A aplicação de N em cobertura, durante a fase reprodutiva, pode ser eficaz na produção de grão com alto teor de proteína (ALTENBACH et al., 2011). Na falta de N a planta diminui a síntese de proteínas no grão e aumenta a síntese de amido, gerando grãos com baixa concentração de proteína (ROSA FILHO, 2010).

O N é considerado um dos nutrientes que causam maior impacto no desenvolvimento e produtividade e, conseqüentemente no aumento dos índices de qualidade dos produtos agrícolas (MAGALHÃES, 1979). Porém, a busca por melhor qualidade e alto potencial de produtividade, esta

ligado a um maior uso de insumos, entre os quais a adubação nitrogenada. No entanto, o uso de altas doses de N pode resultar em acamamento de plantas de trigo, um fenômeno que compromete a produtividade e qualidade dos grãos (ZAGONEL e FERNANDES, 2007). Quando o acamamento ocorre na fase de enchimento de grãos, compromete a produtividade por limitar a fotossíntese e a translocação de fotoassimilados. Na maturação, as plantas acamadas deixam as espigas mais próximas do solo, em ambiente mais úmido, o que acarreta diminuição do peso hectolítrico, germinação ou apodrecimento do grão, além de dificultar a colheita mecanizada (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

Entre as estratégias para o uso de altas doses de nitrogênio, visando obter um maior rendimento e melhor qualidade dos grãos, sem a ocorrência de acamamento, está o uso de substâncias sintéticas denominadas redutores de crescimento como, por exemplo, o fungicida paclobutrazol. Estas substâncias atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas. Normalmente, ligam-se a receptores localizados na membrana celular e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (ESPINDULA et al., 2010). Os redutores de crescimento utilizados nesta pesquisa apresentam ação antagonista às giberelinas e agem modificando o metabolismo destas (RADEMACHER, 2000). A queda no nível do ácido giberélico ativo (GA1) é a provável causa da inibição do crescimento das plantas (ZAGONEL et al., 2002). O efeito do redutor de crescimento depende de vários fatores, tais como a dose e a época de aplicação, a época de semeadura, as condições do ambiente e o estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de nitrogênio em cobertura, associado ao emprego de redutores de crescimento sobre as características de altura das plantas, produtividade e teor de proteína nos

grãos de trigo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2011, em Lages, município localizado no Planalto Sul de Santa Catarina. As coordenadas geográficas deste município são 27°52'30" de latitude sul e 50°18'20" de longitude oeste, com altitude média de 930 m e caracterizado pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas (EPAGRI, 2006).

Foram utilizadas sementes de trigo cultivar Mirante, na densidade de 350 sementes aptas por m<sup>2</sup>. A semeadura foi realizada sobre resteva de soja, no dia 28/07/2011, utilizando-se uma semeadora de parcelas (Embrapa-Semeato, modelo Sêmina). As parcelas foram compostas de 5 fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 0,20 m entre si e 0,5 m entre cada parcela. A correção do pH do solo e a adubação seguiram as recomendações para a cultura do trigo, descrita pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo para RS/SC (CQFS-RS/SC, 2004). A adubação de base se constituiu da aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na semeadura.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo 2x7, totalizando 14 tratamentos, compostos por duas épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, seis redutores de crescimento, os quais foram aplicados em duas doses. O N foi aplicado no estágio vegetativo (afilhamento) e vegetativo+reprodutivo (afilhamento + florescimento). A dose de N aplicada em cada estágio fenológico correspondeu a 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo utilizada ureia como fonte de N, aplicado a lanço no estágio de afilhamento e na fase reprodutiva diluída em água (5% p/v) e aplicada via foliar. Nesta fase a dose de nitrogênio foi subdividida em seis aplicações sequenciais, espaçadas seis dias entre si, sendo que a primeira aplicação realizada quando as plantas se encontravam no

espigamento, considerado estágio 51 de Zadoks, e a última coincidindo com o início do enchimento de grãos, estágio 81 (ZADOKS et al., 1974). Os redutores utilizados foram testemunha (sem redutor) o cloreto de mepiquate (25 g i.a. ha<sup>-1</sup>), o cloreto de chlormequate (25 g i.a. ha<sup>-1</sup>), o cloreto de clorocolina (25 g i.a. ha<sup>-1</sup>), o ethyl-trinexapac (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>), o prohexadione-Ca (110 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e o etefon (110 g i.a. ha<sup>-1</sup>), os quais foram aplicados via pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com uma vazão equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>. As duas doses de redutores de crescimento aplicadas foram à recomendada aplicada quando as plantas estavam no estágio 31, e o dobro desta aplicadas nos estádios 31 e 32 (primeiro e segundo nós visíveis no colmo da planta). Sendo assim as plantas que receberam N na fase vegetativa receberam uma dose dos redutores aplicados no estágio 31 de Zadoks, e as plantas que receberam N na fase vegetativa+reprodutiva receberam duas doses de redutores aplicados nos estádios 31 e 32 de Zadoks (primeiro e segundo nó visível).

A colheita foi realizada no dia 13/12/2011, quando foram determinadas a altura média das plantas (ALT) em cada parcela com auxílio de uma régua graduada, o número de grãos por espiga (NGE), o número de espiguetas por espiga (NEE), a massa de grãos por espiga (MGE) e a massa de mil grãos (MMG), quantificadas a partir de 10 espigas colhidas da fileira central de cada parcela. Após a colheita foi determinado o peso do hectolitro (PH) e grãos maiores que 1,75 mm ( $G > 1,75$ ). O rendimento de grãos (RG) foi determinado a partir da produção da área útil das parcelas, corrigido para umidade dos grãos igual a 13%. O teor de proteína total (PROTEÍNA) foi determinado através de espectrofotometria de reflectância no infravermelho proximal (NIR), em amostras de 500g de grãos da área de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Devido ao uso de uma testemunha (sem emprego de redutor), o teste Dunnett ( $p < 0,05$ ) também foi empregado como teste de comparação entre os redutores de

crescimento e a testemunha. Os dados referentes a contagens e valores em percentagem foram previamente transformados pelo arco seno ( $x + 0,5$ )<sup>0,5</sup> apenas para ANOVA, além disso, foi realizada a correlação de Spearman entre as variáveis estudadas ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação de cobertura com N afetou ( $p < 0,05$ ) os caracteres ALT, MGE, NEE, MMG, PH e PROTEÍNA, entretanto não alterou os caracteres NGE,  $G > 1,75$  e RG (Tabela 1). O produto ethyl-trinexapac, quando aplicado na dose recomendada, promoveu redução de 12 cm na altura das plantas (Tabela 2). Redução na altura de plantas também foram observados por Zagonel et al. (2002), Matysiak (2006), Berti et al. (2007) e Penckowski et al. (2010). Porém, quando utilizado o dobro da dose recomendada o prohexadione-Ca e o ethyl-trinexapac foram os que proporcionaram menor altura das plantas, ou seja uma redução de 24 cm, em comparação com a testemunha (Tabela 2). Embora tenha havido redução de altura das plantas de trigo em função do emprego de redutores de crescimento, não foi observado acamamento de plantas, pois as condições climáticas não favoreceram sua ocorrência, principalmente por não terem ocorridos vendavais, bem como ocorrência de períodos prolongados de chuva. Durante todo o período experimental a velocidade do vento ficou abaixo de 8 km h<sup>-1</sup> (INMET, 2012).

O NEE, NGE, MGE, PH, MMG, RG e  $G > 1,75$  não foram influenciados pela aplicação de redutores de crescimento independente da dose utilizada (Tabelas 3, 4, 5, 6). Resultado semelhante foi obtido por Penckowski et al. (2010), que não observaram efeito de redutor de crescimento sobre a massa de mil grãos. Quanto ao NGE e MGE, Degraf et al. (2008) relataram redução destes parâmetros pelo uso de ethyl-trinexapac. Zagonel et al. (2002) observaram menor número de espiguetas por espiga (NEE) com o uso do ethyl-trinexapac, porém houve aumento na produtividade devido

Tabela 1 - Quadrado médio (QM) referente à aplicação do nitrogênio em cobertura combinada a aplicação de distintos redutores de crescimento sobre plantas de trigo, cultivar Mirante. Safra 2011, Lages, SC.

| Fonte de variação | GL | Quadrado médio |         |            |        |            |                                |               |                              |                 |
|-------------------|----|----------------|---------|------------|--------|------------|--------------------------------|---------------|------------------------------|-----------------|
|                   |    | ALT<br>(cm)    | NGE     | MGE<br>(g) | NEE    | MMG<br>(g) | PH<br>(kg 100L <sup>-1</sup> ) | G>1,75<br>(%) | RG<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | PROTEÍNA<br>(%) |
| Nitrogênio (N)    | 1  | 144,6 **       | 24,2 ns | 0,2 *      | 1,8 *  | 28,0 **    | 75,0 *                         | 2,5 ns        | 1.596,0 ns                   | 31,7 **         |
| Redutor (R)       | 6  | 336,8 **       | 8,5 ns  | 0,0<br>ns  | 0,4 ns | 2,3 ns     | 3,6 ns                         | 1,8 ns        | 830,8 ns                     | 0,2 *           |
| N x R             | 6  | 62,3 **        | 26,2 ns | 0,0 ns     | 0,6 ns | 1,2 ns     | 6,3 ns                         | 0,2 ns        | 616,3 ns                     | 0,2 *           |
| Blocos            | 3  | 7,1 ns         | 34,5 ns | 0,1 ns     | 0,6 ns | 3,7 ns     | 32,0 *                         | 1,0 ns        | 2.646,9 ns                   | 20,9 **         |
| Erro              | 39 | 14,8           | 12,7    | 0,0        | 0,4    | 3,5        | 11,1                           | 1,8           | 1.132,7                      | 0,1             |
| Média Geral       |    | 78,3           | 34,2    | 1,7        | 16,0   | 47,3       | 75,5                           | 98,4          | 4.749,8                      | 13,1            |
| CV (%)            |    | 4,9            | 10,4    | 10,3       | 4,2    | 4,0        | 4,4                            | 1,4           | 22,4                         | 1,9             |

Graus de Liberdade (GL), Altura de plantas (ALT), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), número de espiguetas por espigas (NEE), massa de mil grãos (MMG), peso hectolitro (PH), grãos maiores que 1,75 mm+ (G>1,75), rendimento de grãos (RG) e teor de proteína total (PROTEÍNA). \* e \*\*: estatisticamente significativo (p<0,05) e (p<0,01), respectivamente; ns: Não significativo.

Tabela 2 - Altura de plantas de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

| Tratamento              | ALTURA         |          |
|-------------------------|----------------|----------|
|                         | 1N+1R          | 2N+2R    |
|                         | ..... cm ..... |          |
| Testemunha              | 82,3 ab**      | 87,0 a   |
| Cloreto de chlormequate | 82,5 ab        | 81,5 ab  |
| Etefon                  | 85,3 a         | 78,8 b   |
| Cloreto de clorocolina  | 80,5 b         | 81,3 ab  |
| Cloreto de mepiquate    | 80,0 b         | 78,5 b   |
| Prohexadione-Ca         | 78,8 Ab        | 67,0 Bb* |
| Ethyl-trinexapac        | 69,8 c*        | 62,5 c*  |
| Média                   | 79,9 A         | 76,6 B   |
| CV (%)                  | 4,9            |          |

1N+1R = N no estágio vegetativo e dose recomendada de redutores de crescimento.

2N+2R = N no estágio reprodutiva e o dobro da dose recomendada de redutores de crescimento.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05). Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

\*= diferença significativa (coluna), antecedendo cada número, entre redutores de crescimento comparado ao tratamento testemunha (Dunnett; p<0,05).

Tabela 3 - Número de espiguetas por espigas (NEE) e número de grãos por espiga (NGE) de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

| Tratamento              | NEE                |                    | NGE                |                    |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                         | <u>1N+1R</u>       | <u>2N+2R</u>       | <u>1N+1R</u>       | <u>2N+2R</u>       |
| Testemunha              | 16,5 <sup>ns</sup> | 16,0 <sup>ns</sup> | 37,8 <sup>ns</sup> | 32,6 <sup>ns</sup> |
| Cloreto de chlormequate | 16,0               | 15,7               | 31,6               | 36,4               |
| Etefon                  | 15,8               | 16,1               | 34,1               | 35,9               |
| Cloreto de clorocolina  | 16,4               | 15,2               | 32,1               | 34,2               |
| Cloreto de mepiquate    | 16,1               | 16,4               | 32,8               | 35,8               |
| Prohexadione-Ca         | 16,5               | 15,8               | 36,3               | 34,5               |
| Ethyl-trinexapac        | 15,9               | 15,5               | 30,5               | 35,0               |
| Média                   | 16,2 A*            | 15,80 B            | 33,6               | 34,9               |
| CV (%)                  | 4,2                |                    | 10,4               |                    |

1N+1R = N no estágio vegetativo e dose recomendada de redutores de crescimento.

2N+2R = N no estágio reprodutiva e o dobro da dose recomendada de redutores de crescimento.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> = diferença não significativa ( $p < 0,05$ ).

maior massa de mil grãos. Segundo Penckowski et al. (2010), a resposta ou não dos componentes do rendimento aos redutores de crescimento pode ser explicada por fatores compensatórios em que os componentes podem se relacionar de forma negativa, propiciando o incremento de um e o decréscimo de outro, sendo o rendimento de grãos obtido pela melhor combinação entre os componentes do rendimento.

Em relação ao teor de proteínas totais, os redutores etefon, cloreto de clorocolina e prohexadione-Ca, induziram ao um menor teor de proteínas, na dose menor de N em cobertura e, apenas prohexadione-Ca, manteve esta indução ao menor teor de proteínas mesmo na dose mais alta de N em cobertura (Tabela 6). Segundo Espindula et al. (2010), a utilização de redutores de crescimento pode favorecer o aumento de N e consequentemente aumentar o teor de proteínas nos grãos de trigo, através de um melhor enchimento de grãos, promovido pela redução dos níveis de acamamento e pelas alterações morfológicas das plantas, pois estas ficam com arquitetura mais adequada para aproveitar os recursos do meio, especialmente radiação solar. Matysiak et al. (2006), ao estudar o efeito de redutores sobre o crescimento e desenvolvimento

de trigo de inverno, verificaram aumento no conteúdo de proteína nos grãos após aplicação de redutores de crescimento.

A aplicação de N no estágio reprodutivo associada a aplicação de redutores de crescimento provocou efeito positivo na redução da altura das plantas. Quando utilizado N no estágio reprodutivo a altura média das plantas foi menor em relação às plantas que receberam N apenas no estágio vegetativo (Tabela 2). Tal fato pode ter ocorrido devido a segunda época de aplicação de N que foi após a aplicação dos redutores de crescimento, e as plantas que receberam N no estágio reprodutivo receberam o dobro da dose recomendada dos redutores, contribuindo para que estas plantas apresentassem uma menor altura. Também este efeito pode ter ocorrido em função das plantas já terem alcançado sua máxima altura, ou seja, após o total alongamento do colmo principal (pós-fecundação das flores), a aplicação de nitrogênio não provoca a retomada do crescimento em altura das plantas, e como consequência poderá estimular ao maior acúmulo de proteínas no grão em formação (ROSA FILHO, 1999).

A MGE, MMG e PH foram influenciados positivamente com aplicação de N no estágio

Tabela 4 - Massa de grãos por espiga (MGE) e peso hectolitro (PH) de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

| Tratamento              | MGE               |                   | PH                                |                    |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
|                         | <u>1N+1R</u>      | <u>2N+2R</u>      | <u>1N+1R</u>                      | <u>2N+2R</u>       |
|                         | ..... g .....     |                   | ..... kg 100L <sup>-1</sup> ..... |                    |
| Testemunha              | 1,9 <sup>ns</sup> | 1,7 <sup>ns</sup> | 73,9 <sup>ns</sup>                | 77,8 <sup>ns</sup> |
| Cloreto de chlormequate | 1,6               | 1,8               | 72,0                              | 77,2               |
| Etefon                  | 1,7               | 1,8               | 75,3                              | 77,9               |
| Cloreto de clorocolina  | 1,6               | 1,7               | 74,1                              | 75,6               |
| Cloreto de mepiquate    | 1,6               | 1,8               | 75,1                              | 75,7               |
| Prohexadione-Ca         | 1,8               | 1,8               | 74,4                              | 76,8               |
| Ethyl-trinexapac        | 1,5               | 1,7               | 75,5                              | 75,6               |
| Média                   | 1,6 B*            | 1,8 A             | 74,3 B                            | 76,6 A             |
| CV (%)                  | 10,3              |                   | 4,4                               |                    |

1N+1R = N no estágio vegetativo e dose recomendada de redutores de crescimento.

2N+2R = N no estágio reprodutiva e o dobro da dose recomendada de redutores de crescimento.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p<0,05$ ). Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p<0,05$ ). <sup>ns</sup> = diferença não significativa ( $p<0,05$ ).

Tabela 5 - Massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

| Tratamento              | MGE               |                   | PH                                |                    |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
|                         | <u>1N+1R</u>      | <u>2N+2R</u>      | <u>1N+1R</u>                      | <u>2N+2R</u>       |
|                         | ..... g .....     |                   | ..... kg 100L <sup>-1</sup> ..... |                    |
| Testemunha              | 1,9 <sup>ns</sup> | 1,7 <sup>ns</sup> | 73,9 <sup>ns</sup>                | 77,8 <sup>ns</sup> |
| Cloreto de chlormequate | 1,6               | 1,8               | 72,0                              | 77,2               |
| Etefon                  | 1,7               | 1,8               | 75,3                              | 77,9               |
| Cloreto de clorocolina  | 1,6               | 1,7               | 74,1                              | 75,6               |
| Cloreto de mepiquate    | 1,6               | 1,8               | 75,1                              | 75,7               |
| Prohexadione-Ca         | 1,8               | 1,8               | 74,4                              | 76,8               |
| Ethyl-trinexapac        | 1,5               | 1,7               | 75,5                              | 75,6               |
| Média                   | 1,6 B*            | 1,8 A             | 74,3 B                            | 76,6 A             |
| CV (%)                  | 10,3              |                   | 4,4                               |                    |

1N+1R = N no estágio vegetativo e dose recomendada de redutores de crescimento.

2N+2R = N no estágio reprodutiva e o dobro da dose recomendada de redutores de crescimento.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p<0,05$ ). Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p<0,05$ ). <sup>ns</sup> = diferença não significativa ( $p<0,05$ ).

reprodutivo (Tabela 4 e 5). Yano et al. (2005), ao trabalharem com época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo, também verificaram um aumento na MMG com a aplicação de N no emborrachamento. Segundo Sangoi et al. (2007), o aumento da massa de

grãos de trigo, normalmente, está associada a uma disponibilidade maior de N durante a fase de floração e início do enchimento de grãos. Devido ao maior peso de grãos nos tratamentos que receberam N no estágio reprodutivo, o PH também apresentou valores maiores nesses

tratamentos correspondentes (Tabela 4).

Foi verificado um aumento no percentual de proteína total nos grãos provenientes das plantas que foram submetidas à adubação com N no estágio reprodutivo (Tabela 6). Resultado semelhante foi obtido por Yano et al. (2005), que ao estudar a época de aplicação de N em cobertura verificaram que quando aplicado N no emborrachamento propiciou um aumento de produção de proteínas nos grãos de trigo. Altenbach et al. (2011), ao estudar efeito da fertilização pós-antese sobre as proteínas presentes da farinha de trigo, verificaram que a aplicação de fertilizantes pós-antese dobrou a quantidade de proteínas.

Não se observou efeito do N aplicado no estágio reprodutivo sobre o NGE,  $G > 1,75$  e RG, e houve uma redução no NEE (Tabelas 3, 5 e 6). Na transição da fase vegetativa para reprodutiva ocorre à diferenciação do primórdio floral, caracterizada pela transformação de meristema vegetativo em uma inflorescência. É nesta fase que é definido o número de flores, ou seja, é determinado o número máximo de flores que uma

planta poderá ter e por consequência o número potencial de grãos. A partir da diferenciação do primórdio floral a viabilização destas flores em grãos irá depender das condições ambientais e da nutrição recebida anteriormente. Sendo assim, a adubação nitrogenada no estágio reprodutivo não provocou efeito sobre o NGE. E isto também explica a redução no NEE, que provavelmente ocorreu devido a fatores ambientais e não à aplicação do nitrogênio no estágio reprodutivo.

O RG não apresentou resposta significativa para a adubação nitrogenada no estágio reprodutivo, mesmo com o aumento da massa de grãos (Tabela 5), resultado semelhante foi obtido por Yano et al. (2005). Segundo Sangoi et al. (2007), grãos com maior massa não garantem necessariamente maior produtividade por área à cultura do trigo, corroborando os resultados apresentados na tabela 5.

A análise de correlação de Spearman permitiu verificar a associação positiva entre o RG e a MMG (Tabela 7). Já o componente MMG, apresentou associação com MGE, e o componente  $G > 1,75$  correlacionou-se com o PH.

Tabela 6 - Grãos maiores que 1,75 mm ( $G > 1,75$ ) e teor de proteína nos grãos (PROTEÍNA) de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

| Tratamento              | $G > 1,75$         |                    | PROTEÍNA      |              |
|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------|
|                         | <u>1N+1R</u>       | <u>2N+2R</u>       | <u>1N+1R</u>  | <u>2N+2R</u> |
|                         | ..... % .....      |                    | ..... % ..... |              |
| Testemunha              | 98,6 <sup>ns</sup> | 99,0 <sup>ns</sup> | 12,7 a        | 13,8 ab      |
| Cloreto de chlormequate | 97,2               | 98,0               | 12,4 ab       | 14,1 ab      |
| Etefon                  | 98,0               | 98,7               | *12,0 bc      | 14,1 ab      |
| Cloreto de clorocolina  | 97,9               | 98,5               | *12,0 bc      | 13,9 ab      |
| Cloreto de mepiquate    | 98,7               | 98,8               | 12,2 bc       | 14,2 a       |
| Prohexadione-Ca         | 98,9               | 99,1               | *11,8 c       | 13,6 b       |
| Ethyl-trinexapac        | 98,4               | 98,6               | 12,4 ab       | 13,8 ab      |
| Média                   | 98,2               | 98,7               | 12,2 B**      | 13,9 A       |
| CV (%)                  | 1,4                |                    | 1,9           |              |

1N+1R = N no estágio vegetativo e dose recomendada de redutores de crescimento.

2N+2R = N no estágio reprodutiva e o dobro da dose recomendada de redutores de crescimento.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

\* = diferença significativa (coluna), antecedendo cada número, entre redutores de crescimento comparado ao tratamento testemunha (Dunnett;  $p < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> = diferença não significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabela 7 - Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas altura da planta (ALT), rendimento de grãos (RG), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), peso hectolitro (PH), grãos maiores que 1,75 mm (G>1,75) e teor de proteína bruta (PB) de trigo cv. Mirante, em função de duas épocas de nitrogênio em cobertura e de diferentes redutores de crescimento em duas doses de aplicação. Safra 2011, Lages, SC.

|        | <u>ALT</u><br>(cm) | <u>RG</u><br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | <u>NEE</u> | <u>NGE</u> | <u>MGE</u><br>(g) | <u>MMG</u><br>(g) | <u>PH</u><br>(kg hL <sup>-1</sup> ) | <u>G&gt;1,75</u><br>(%) | <u>PB</u><br>(%) |
|--------|--------------------|-------------------------------------|------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|
| ALT    | 1                  |                                     |            |            |                   |                   |                                     |                         |                  |
| RG     | 0,161ns            | 1                                   |            |            |                   |                   |                                     |                         |                  |
| NEE    | 0,278ns            | 0,151ns                             | 1          |            |                   |                   |                                     |                         |                  |
| NGE    | 0,034ns            | -0,007ns                            | 0,186ns    | 1          |                   |                   |                                     |                         |                  |
| MGE    | 0,248ns            | 0,228ns                             | 0,175ns    | 0,910**    | 1                 |                   |                                     |                         |                  |
| MMG    | 0,154ns            | 0,671**                             | -0,065ns   | 0,438ns    | 0,631**           | 1                 |                                     |                         |                  |
| PH     | -0,105ns           | 0,127ns                             | -0,297ns   | 0,230ns    | 0,301ns           | 0,441ns           | 1                                   |                         |                  |
| G>1,75 | -0,331ns           | 0,014ns                             | 0,110ns    | 0,405ns    | 0,343ns           | 0,138ns           | 0,600*                              | 1                       |                  |
| PB     | -0,176ns           | 0,406ns                             | -0,435ns   | 0,360ns    | 0,447ns           | 0,760**           | 0,684**                             | 0,354ns                 | 1                |

ns: não significativo; \*\*: estatisticamente significativo pelo teste t (p<0,05).

Além disso, foi verificada correlação entre o teor de proteína total nos grãos com o PH e também com MMG, demonstrando que, a adubação nitrogenada na fase reprodutiva, associada ao uso de redutores de crescimento, na cultura do trigo, além de incrementar o teor de proteínas nos grãos tende a elevar a massa de cada grão e também sua massa específica, o que é desejável.

## CONCLUSÕES

O redutor de crescimento ethyl-trinexapac (dose recomendada ou seu dobro; 100 ou 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) promove redução da altura da planta de trigo e não altera o teor de proteína total no grão, e prohexadione-Ca reduz a altura das plantas somente com a aplicação sequencial na dose de 220 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

O NGE, MGE, NEE, MMG, PH, G>1,75 e RG não são afetados pelos redutores de crescimento.

A aplicação de nitrogênio no estágio reprodutivo propicia maior MGE, MMG, PH e PROTEÍNA nos grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTENBACH, S.B. et al. Differential effects of

a post-anthesis fertilizer regimen on the wheat flour proteome determined by quantitative 2-DE. **Proteome Science**, London, v.9, p.01-13, 2011.

BERTI, M. et al. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, p.127-134, 2007.

BRASIL/MAPA - **Política agrícola brasileira para a triticultura e demais culturas de inverno**. Brasília - DF: MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2012. 54p. Disponível em: <www.agricultura.gov.br> Acesso em: 20 ago. 2012.

CAZETTA, D.A. et al. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticales submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, p.741-750, 2008.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC - **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBSC - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

DEGRAF, H. et al. Doses de nitrogênio, regulador de crescimento e programas de controle de doenças afetando a cultivar de trigo Ônix. **Publicatio - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias**

- e **Engenharias**. Ponta Grossa, v.14, p.143-152, 2008.
- DIDONET, A.D. et al. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.401-411, 2000.
- EPAGRI. **Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2006.
- ESPINDULA, M.C. et al. Composição mineral de grãos de trigo submetidos a doses de sulfato de amônio e trinexapac-etil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.40, p.513-520, 2010.
- FAGERIA, C.K. et al. **Physiology of crop production**. 1.ed. New York: Haworth Press, Incorporated, 2006. 345p.
- GUTKOSKI, L.C. et al. Correlação entre o teor de proteínas em grãos de trigo e a qualidade industrial das farinhas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v.20, p.29-40, 2002.
- INMET. **Boletim Agroclimatológico: observações e gráficos do Boletim Agroclimatológico: Ventos**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)> Acesso em: 20 set. 2012.
- MAGALHÃES, J.C.A.J. Calagem e adubação para trigo na região do Cerrado. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.50, p.23-28, 1979.
- MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**. Poznań, v.46, p.133-144, 2006.
- PENCKOWSKI, L.H. et al. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, p.1492-1499, 2010.
- RADEMACHER, W. Growth Retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, p.501-531, 2000.
- RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18p. (Circular Técnica Online; 14).
- ROSA FILHO, O. Uso de adubação nitrogenada no espigamento para melhorar a qualidade industrial do trigo. **Informativo Técnico Biotrigo**, Passo Fundo, v.1-2, 1999.
- ROSA FILHO, O. Introdução ao manejo para qualidade industrial em trigo. **Informativo Técnico Biotrigo**, Passo Fundo, v.1, p.01-06, 2010.
- SANGOI, L. et al. Características agrônomicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.1564-1570, 2007.
- YANO, G.T. et al. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.26, p.141-148, 2005.
- ZADOKS, J.C. et al. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v.14, p.415-421, 1974.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, p.331-337, 2007.
- ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.25-29, 2002.