

TRINEXAPAC-ETHYL: ANÁLISE NA ELONGAÇÃO DO COLMO, FERTILIDADE DA ESPIGA E RADIAÇÃO INTERCEPTADA NO TRIGO

Osmar Rodrigues^{1*}, Mauro César Celaro Teixeira¹,
Edson Roberto Costenaro¹ e Amábile Cristina Novaes Scorteganha²

¹ Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)-Centro Nacional de pesquisa de Trigo (CNPT). Rodovia BR 285, Km 294, Cx.P.451, CEP 99001-990, Passo Fundo/RS. E-mail: osmar.rodrigues@embrapa.br, mauro.celaro.teixeira@embrapa.br, Edson.costenaro@embrapa.br,

² Acadêmica do Curso de Biologia da Universidade de Passo Fundo –Campus I – Bairro São José- BR 285 Km 171, Cx.P. 611, CEP 99001-970, Passo Fundo/RS. E-mail: amabile_cns@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a duração do período entre espiguetas terminal e antese, a competição por fotoassimilados entre o colmo e a espiga e a radiação interceptada, em cultivares de porte baixo de trigo (BRS Guamirim e OR 1) com a aplicação do redutor de crescimento Trinexapac-ethyl. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas sub-sub-divididas com 4 repetições. A parcela principal foi constituída pelas densidades (300 e 400 plantas.m⁻²), a subparcela pelo redutor (com e sem aplicação) e a subsubparcela pelas cultivares (BRS Guamirim e OR 1). Observou-se que o redutor de crescimento não alterou a duração do período entre espiguetas terminal e antese, não teve influência na competição por fotoassimilados entre colmo e espiga, não alterando a fertilidade das espigas, reduziu a radiação interceptada no estágio de pós-antese e não ocasionou aumento do rendimento de grãos nas cultivares estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Triticum aestivum, antese, espiguetas terminal.

TRINEXAPAC-ETHYL: ANALYSIS ON THE STEM ELONGATION, SPIKELET FERTILITY AND INTERCEPTED RADIATION IN WHEAT

ABSTRACT: This study has aimed to evaluate the duration of the period from terminal spikelet to anthesis, the competition assimilate for among stem and spike, and the intercepted radiation of the low stature cultivars of wheat, BRS Guamirim and OR 1, after application of the plant growth regulator Trinexapac-ethyl. The experiment was a randomized complete block split-split-plot design, with four replications. The plant density was the main factor (300 and 400 plants.m⁻²), the growth regulator (with or without) was the subplot factor, and the cultivars (BRS Guamirim and OR 1) were the sub-subplot factor. The growth regulator had no detectable effect on the duration of the period from terminal spikelet to anthesis, on the competition for assimilate between stem and spike, and neither alteration of spike fertility. On the other hand, it reduced radiation interception during the post-anthesis developmental stage, and had no effect on crop yield of the cultivars.

KEY WORDS: Triticum aestivum, anthesis, terminal spikelet.

INTRODUÇÃO

De acordo com os órgãos que estão se diferenciando no meristema apical do trigo, o período de duração até antese pode ser dividida em três fases: a) *fase de primórdios de folhas*, que inicia com a embebição das sementes até a iniciação floral (Duplo Anel=DA), quando o meristema apical já diferenciou todas as folhas, b) *fase de primórdios de espiguetas*, quando todas as espiguetas são diferenciadas, iniciando no DA até a formação da espiguetas terminal no ápice da espiga (ET) e c) *fase de primórdio de flores* ou fase de alongamento do colmo, que inicia na ET e vai até antese (Ant), quando a maioria das flores estão diferenciadas e se desenvolve dentro da espiguetas.

A fase entre iniciação da espiguetas terminal e antese (ET-ANT), caracterizada pelo forte crescimento da espiga e alongamento do colmo, assume maior importância na produção de grãos de trigo (Fischer, 1985; Kirby, 1988; Siddique et al., 1989; Savin e Slafer, 1991; Slafer et al., 1994). Nessa fase, há forte relação entre a massa seca da espiga na antese e o número de grãos por área (Savin e Slafer, 1991; Fischer, 1985; Miralles et al., 2000; Slafer et al., 2001), determinantes do potencial de rendimento de grãos. O maior acúmulo de matéria seca na espiga pode ser obtido pelo aumento da duração da fase de crescimento da espiga (Slafer et al., 1996; Araus et al., 2002), o que pode ocorrer sem aumento do ciclo total da planta até antese. A possibilidade de manipulação da duração dessa fase, sem afetar outras, foi confirmada por Whitechurch e Slafer (2001; 2002). Nesse sentido, estudos têm confirmado que modificando a duração dessa fase, pode-se alterar o número de grãos e o rendimento (Slafer, 2003; González et al., 2003b; González et al., 2005a; González et al., 2005b; Whitechurch et al., 2007; Fischer, 2008). Assim, especula-se a existência de variabilidade genética para a duração dessa fase (Kirby et al., 1999; González et al., 2003b; Whitechurch et al., 2007).

Essa relação positiva entre a massa seca da espiga na antese com o número de grãos por área (Savin e Slafer, 1991; Fischer, 1985; Miralles et al., 2000; Slafer et al., 2001) e com o número de flores férteis na espiga (Miralles et al., 2000; González et al., 2003b), tem sido apontada como determinantes do potencial de rendimento de grãos em trigo. Essa forte relação entre o número de grãos e peso seco da espiga na antese, tem sido observada em várias situações que provocam alteração no crescimento da espiga, tais como: *sombreamento* (Demotes-Mainard et al., 2004; Abbate et al., 1997), *disponibilidade de nitrogênio* (Fischer, 1993; Abbate et al., 1995), *mudança na duração da fase Et-Ant* (Fischer, 2007 e Serrago et

al., 2008) e *diferenças genéticas pela presença de genes de nanismo* (Brooking e Kirby, 1981; Miralles et al.,1998). A presença desse gene (gene Rht), implica na redução do tamanho do colmo, provocando um alto número de flores férteis como consequência do aumento do crescimento da espiga durante a pré-antese (Miralles et al.,1998). Entretanto, quando linhas isogênicas para gene de nanismo foram estudadas, não se observou diferenças na quantidade total de flores diferenciadas, o aumento do número de flores férteis e grãos observados foram decorrentes da maior sobrevivência de primórdios de flores iniciadas (Miralles et al.,1998).

Bancal, (2008) observou uma relação positiva entre número de grãos por espigas e matéria seca (colmo+bainha) na antese. Assim apontou a existência de uma contribuição positiva do crescimento do colmo para o número de grãos, com isso a competição espiga:colmo pode não determinar o número de grãos ou flores férteis na antese (Ugarte et al., 2010) e o estabelecimento da morte das flores pode ser um processo de desenvolvimento que não esta associado com o crescimento da espiga (Bancal, 2009). Se isto for assim, a relação entre o número de flores férteis ou grãos e peso seco da espiga na antese, poderia ser meramente casual. Portanto, a estratégia de aumentar o crescimento da espiga para aumentar o potencial de número de grãos, poderia ser irrelevante (Slafer et al., 2005; Reynolds et al., 2009; Foulkes et al., 2011).

Finalmente, os tratamentos aplicados para modificar o peso seco da espiga (densidade populacional, fotoperíodo, sombreamento, nitrogênio, mudanças na duração da fase e diferenças genéticas pela presença de genes de nanismo) durante a fase ET-Antese (fase de desenvolvimento de primórdios de flores) acabam modificando também (paralelamente) o crescimento do colmo. Assim, a correlação positiva entre órgãos reprodutivos e matéria seca de colmo e espiga é perfeitamente esperada. Por outro lado, a utilização de regulador de crescimento (tipo Moddus), reduzindo o crescimento do colmo, favorecendo em consequência o crescimento da espiga, poderia contribuir para a verificação da hipótese de que o número de grãos em trigo é determinado pela competição entre o crescimento do colmo e da espiga. O entendimento desse processo que determina o número de flores férteis (número de grãos) é fundamental para que possamos melhorar o uso de práticas de manejo e disponibilizar para o futuro melhoramento características benéficas que possam ser usadas no avanço do potencial de rendimento de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2009 no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – CNPT/Embrapa, no município de Passo Fundo/RS. Foram utilizadas duas variedades de trigo de porte baixo com resistência ao acamamento (OR 1 e BRS Guamirim), semeadas mecanicamente sob sistema de plantio direto, em resteva de soja, em 26/06/2009 com uma distância de 17 cm entre as fileiras semeadas. Cada parcela experimental foi constituída por 1,5 m de largura por 5 m de comprimento. Após a emergência das plantas, estas foram desbastadas para a obtenção de 300 e 400 plântulas aptas por m².

O controle de pragas e doenças foi realizado a partir da emergência das plântulas até a maturação fisiológica, por meio de pulverizações periódicas, segundo as recomendações técnicas para a cultura na região (Reunião,...2010). Foi realizada suplementação de N em cobertura (kg.ha⁻¹) dividida nos estádios de DA e ET. O redutor de crescimento (Moddus[®]) foi aplicado no início do alongamento do colmo (ET), na dose de L.ha⁻¹.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e 4 repetições, sendo a principal constituída pelas densidades (300 e 400 plantas.m⁻²), a subparcela pelos tratamentos (com e sem redutor) e a subsubparcela pelas cultivares (BRS Guamirim e OR 1). Durante o desenvolvimento da cultura, no estágio de espiguetas terminal, as plantas receberam tratamento com redutor *Moddus*[®] na dosagem de 0,4 L.ha⁻¹.

Durante o desenvolvimento de cultivo foram determinados em cada tratamento os seguintes estádios de desenvolvimento: emergência (EM), duplo anel (DA), espiguetas terminal (ET), emergência da espiga, antese (Ant) e maturação fisiológica (MF). Os avaliações dos estádios de DA e ET foram realizadas no colmo principal de acordo com Nerson et al., (1980).

No estágio de antese foram retiradas de cada unidade experimental, amostras equivalentes a 0,2 m² a partir do estande corrigido e marcado previamente. As plantas foram cortadas no nível do solo e separadas em lâminas foliares, colmos (incluindo as bainhas) e espigas, secadas em estufa ventilada a 70 °C e posteriormente pesadas, para determinar o peso seco da biomassa na antese.

. No estágio de maturação fisiológica foram coletadas espigas do colmo principal de 10 plantas por parcela experimental, onde se determinou o número de espiguetas por espiga, o número de espiguetas férteis por espiga (com pelo menos um grão) e o número de flores férteis por espiguetas (definido como sendo o número de grãos por espiguetas no estágio de

maturação fisiológica). Neste mesmo estágio foi determinado o rendimento de grãos e seus componentes (índice de colheita, espigas.m⁻², grãos.m⁻², grãos.espiga⁻¹) em uma área de 4 m² retirada de cada unidade experimental. Para a determinação da estatura das plantas foi considerada a distância entre a superfície do solo até a base da espiga.

Com o auxílio de um ceptômetro (AccuPAR – DECAGON Devices) calculou-se a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) interceptada através da diferença entre a radiação medida no dossel das plantas e a transmitida no nível do solo. Realizaram-se as medições em dias límpidos e ensolarados, próximo às 12 horas, a partir do estágio de espiguetas terminal.

Para as determinações dos coeficientes de correlações entre as variáveis em estudo, foram usados os valores médios. A análise de variância foi utilizada para determinar os efeitos dos tratamentos aplicados. O F-teste foi aplicado com 5% de probabilidade e as diferenças entre as médias foram identificadas pelo teste de Duncan (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Duração da fase ET-Ant

No presente estudo, não foi observada diferença significativa na duração do período espiguetas terminal-antese (ET-Ant) nas cultivares BRS Guamirim e OR 1, em função da aplicação do redutor de crescimento. Na cultivar BRS Guamirim a duração foi de 36 e 37 dias para os tratamentos sem e com aplicação de redutor, respectivamente. Na cultivar OR 1, a duração foi de 41 e 40 dias para os tratamentos com e sem aplicação do redutor, respectivamente (Figura 1).

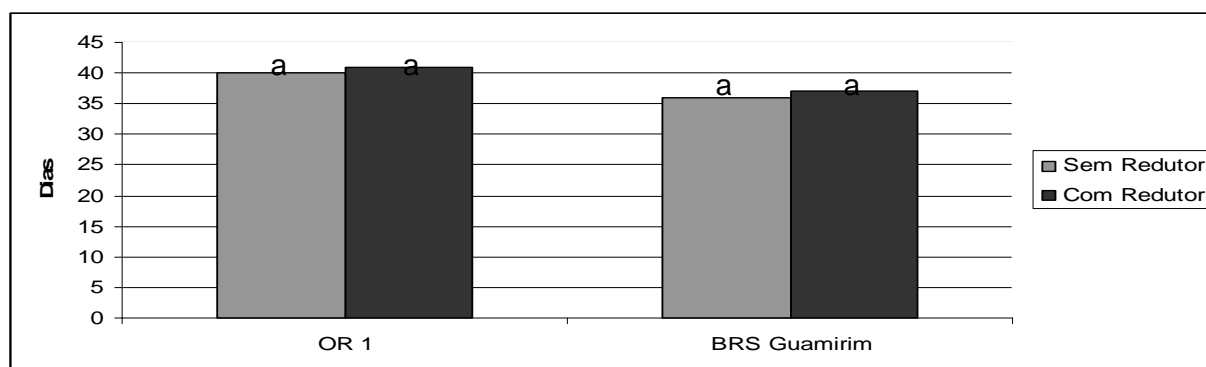


Figura 1. Duração do período entre espiguetas terminal e antese, dado em dias, em duas cultivares de trigo (BRS Guamirim e OR 1) sob a aplicação do redutor de crescimento. As colunas que apresentam as mesmas letras, entre os tratamentos, não foram significativamente diferentes pelo teste DUNCAN ao nível de 5 % de probabilidade de erro

Biomassa na Antese

Com relação à produção de biomassa total e seus componentes, se observou diferença apenas entre cultivares no peso da massa de folhas verdes (FV), da massa seca de espiga(MSA) e da biomassa total na antese(BTA), não havendo diferença significativa entre as densidades e entre os tratamentos com ou sem redutor nesses componentes (Tabela 1). A maior densidade não resultou em plantas com menor biomassa (Tabela 1), contrariamente ao observado por Zagonel et al., (2002). Da mesma forma, a maior densidade não foi beneficiada pela maior disponibilidade de radiação decorrente da utilização do redutor de crescimento, como era esperado (Tabela 1).

Os resultados obtidos neste estudo não evidenciaram diferenças no peso seco da massa seca da espiga na antese (MSA) e da massa seca de colmo (MSC) com a aplicação do redutor (Tabela 1), o que poderia explicar a ausência do efeito do redutor no aumento do rendimento de grãos, via aumento da translocação de reservas do colmo à espiga. Porém, como não ocorreu redução na estatura das plantas com uso do redutor, nem alteração em seu peso seco, pode-se entender que não houve sobra de assimilados para serem armazenados tanto no colmo como na espiga, não corroborando com resultados obtidos em outros ambientes (Lozano et al., 2002; Penckowski, 2008; Penckowski e Fernandes, 2010).

Tabela 1 - Análise das densidades de plantas e do uso de redutor em duas cultivares de trigo, quanto ao peso seco de folhas verdes (FV), folhas secas (FS), colmo, massa seca da espiga na antese (MSA) e biomassa total na antese (BTA)

| Massa | Densidade (plantas.m ⁻²) | | Redutor | | Cultivar | |
|--------------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| | 300 | 400 | Sem | Com | OR 1 | BRS Guamirim |
| FV (g) | 17,43 a | 18,92 a | 17,69 a | 18,75 a | 15,91 b | 20,34 a |
| FS (g) | 2,84 a | 3,70 a | 3,34 a | 3,20 a | 2,85 a | 3,64 a |
| Colmo (g) | 61,90 a | 64,44 a | 62,51 a | 63,98 a | 60,06 a | 66,17 a |
| MSA (g) | 19,01 a | 20,29 a | 19,37 a | 20,00 a | 17,66 b | 21,55 a |
| BTA (g.m ⁻²) | 101,21 a | 107,09 a | 102,67 a | 105,95 a | 96,28 b | 111,70 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, entre as densidades, o redutor e as cultivares não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Fertilidade da espiga

Considerando que o redutor foi aplicado no estágio de ET, portanto reduzindo o crescimento do colmo, o que poderia favorecer o crescimento da espiga, uma vez que nesse

período (ET-Ant) o colmo e a espiga estão em competição por reserva (Kirby, 1988), era de se esperar um aumento na fertilidade da espiga pela maior disponibilidade de reserva com a aplicação do redutor de crescimento (Miralles et al., 2000; González et al., 2003a) e, conseqüentemente, maior rendimento de grãos. No entanto, neste estudo isso não foi observado (Tabela 2). A fertilidade das espigas foi avaliada através do número de grãos por espiga, do número de espiguetas por espiga, do número de espiguetas férteis por espiga (EF/espiga) e flores férteis/espiguetas (FF/espiguetas) (Tabela 2). Todos esses componentes não foram significativamente afetados pelo aumento da densidade de semeadura utilizada, bem como pela aplicação de redutor. Assim, a degeneração de primórdios de flores, que coincide com o período de alongamento do colmo e tem sido atribuída à competição entre a espiga e o colmo por assimilados (Kirby, 1988; Miralles et al., 2000), parece não se alterar com aplicação do redutor (redução do crescimento do colmo). Apenas observou-se diferença na fertilidade das espigas entre as cultivares avaliadas, sendo que a cultivar OR 1 apresentou melhor desempenho que a cultivar BRS Guamirim. No entanto, essa melhor fertilidade das espigas não foi suficiente para se traduzir em significativo aumento do rendimento de grãos, comparativamente a cultivar BRS Guamirim.

A avaliação de biomassa na espiga (grãos + palha da espiga), também não revelou diferença significativa na massa total da espiga, na massa de grãos e na massa da palha da espiga entre as cultivares, densidades e entre os tratamentos com redutor de crescimento (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise das densidades de plantas e do uso do redutor entre as cultivares quanto ao número de grãos por espiga, espiguetas por espiga, espiguetas férteis por espiga (EF/espiga), flores férteis por espiga (FF/espiga), à massa da espiga, de grãos e de palha da espiga

| Número | Densidade (plantas.m ⁻²) | | Redutor | | Cultivar | |
|-------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|----------|--------------|
| | 300 | 400 | Sem | Com | OR 1 | BRS Guamirim |
| Grãos por espiga | 27,76 a | 27,22 a | 27,59 a | 27,39 a | 29,86 a | 25,13 b |
| Espiguetas/espiga | 15,71 a | 15,46 a | 15,60 a | 15,60 a | 15,98 a | 15,19 b |
| EF/espiga | 13,19 a | 12,97 a | 13,18 a | 12,98 a | 13,55 a | 12,61 b |
| FF/espiga | 2,11 a | 2,09 a | 2,09 a | 2,12 a | 2,20 a | 1,99 b |
| Massa (g) | | | | | | |
| Espiga | 13,17 a | 12,77 a | 12,99 a | 12,95 a | 13,00 a | 12,94 a |
| Grãos | 6,84 a | 6,99 a | 6,99 a | 6,85 a | 6,90 a | 6,94 a |
| Palha da espiga | 6,33 a | 5,77 a | 6,00 a | 6,10 a | 6,00 a | 6,10 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, entre as densidades, o redutor e as cultivares não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Por outro lado, quando analisou-se a associação entre o número de grãos por espigas com a fertilidade da espiguetas (FF/Espiguetas) nos tratamentos que receberam uso de redutor, observou-se o mesmo grau de associação ($R^2=0,85$) que os tratamentos que não receberam o redutor (Figura 2). Ou seja, o grau de associação entre os dois parâmetros, independe do uso de redutor. Da mesma forma, quando analisou-se o grau de associação entre o número de grãos por espiga com o número de espiguetas/espigas nos tratamentos que receberam redutor, observou-se um aumento significativo no grau de associação ($R^2=0,85$), comparativamente aos tratamentos sem uso de redutor ($R^2=0,43$) (Figura 3). Ou seja, o número de espiguetas por espigas, com o uso de redutor, passou a ser mais associado à fertilidade da espiga.

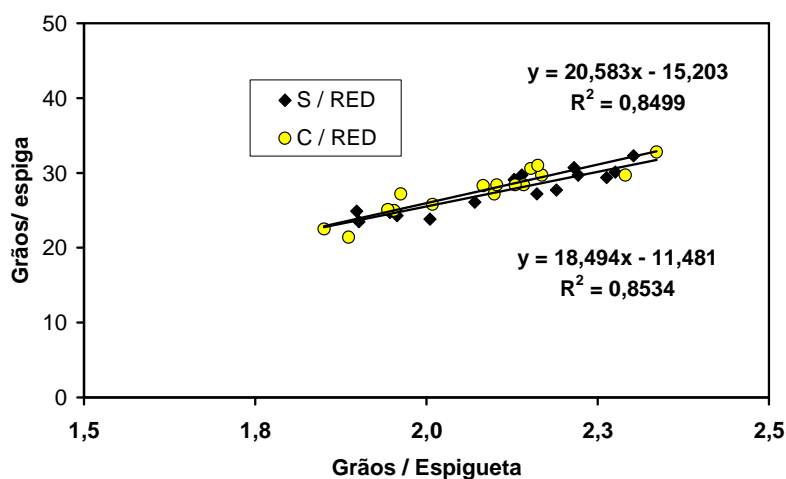


Figura 2 – Associação entre o número de grãos/espiga e o número de grãos/espiguetas em função da aplicação ou não de redutor de crescimento (Moddus).

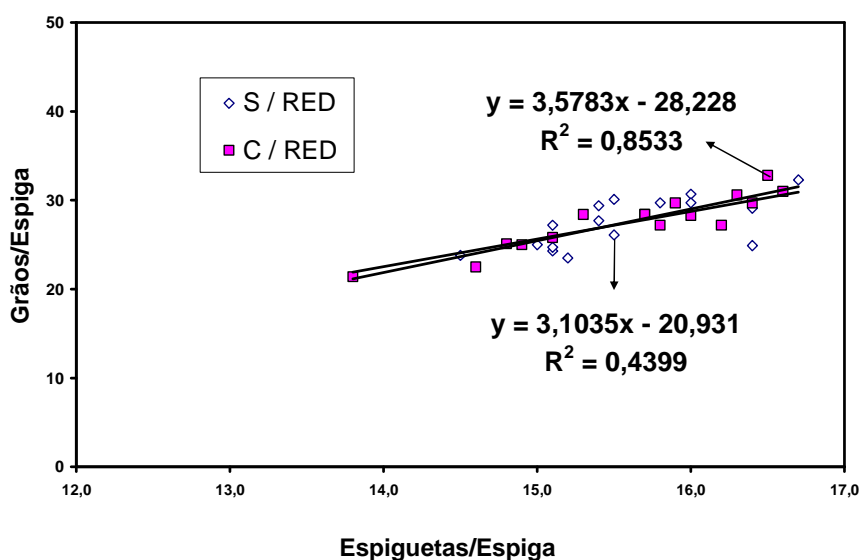


Figura 3 – Associação entre o número de grãos/espiga e o número de espiguetas/espiga em função da aplicação ou não de redutor de crescimento (Moddus).

Biomassa na maturação

Com relação ao rendimento de grãos e seus componentes (Tabela 3), não se observou diferença significativa entre densidades de semeadura e aplicação do redutor na Biomassa total, índice de colheita, massa de mil grãos, espigas/m², grãos/m² e rendimento de grãos (kg/ha). Por outro lado, a exceção do número de espigas/m² e rendimento de grãos que foram semelhantes para as cultivares estudadas, os demais parâmetros foram diferentes e se compensaram entre as cultivares estudadas. Apenas denotando o caráter específico de cada cultivar, sem interferência dos tratamentos estudados (Tabela 3).

Assim, os resultados obtidos neste estudo não corroboram o significativo ganho de produtividade (kg/ha) observado com a aplicação do redutor de crescimento em cultivares de porte baixo de trigo, descritos por Lozano et al. (2002), Zagonel et al. (2002) e Penckowski e Fernandes (2010). Todavia, não se pode desconsiderar que a produtividade de trigo depende de vários fatores (cultivar utilizada, época de aplicação do redutor, manejo e região de cultivo), como apropriadamente citado por Penckowski e Fernandes (2010) e Rodrigues et al. (2003).

Tabela 3 - Análise das densidades, tratamentos e cultivares na produção de biomassa, no índice de colheita (IC), na massa de mil grãos (MMG), no número total de espigas.m⁻², no número de grãos.m⁻² e rendimento de grãos

| | Densidade (plantas.m ⁻²) | | Redutor | | Cultivar | |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| | 300 | 400 | Sem | Com | OR 1 | BRS Guamirim |
| Biomassa (g.m ⁻²) | 8178 a | 8294 a | 8238 a | 8234 a | 7731 b | 8742 a |
| IC (%) | 42,89 a | 42,32 a | 42,75 a | 42,46 a | 44,69 a | 40,52 b |
| MMG | 33,20 a | 33,85 a | 33,26 a | 33,79 a | 31,52 b | 35,53 a |
| Espigas.m ⁻² | 575,29 a | 576,21 a | 581,15 a | 570,35 a | 564,78 a | 586,72 a |
| Grãos.m ⁻² | 10516 a | 10329 a | 10570 a | 10275 a | 10892 a | 9953 b |
| Rendimento(kg/ha) | 4006 a | 4019 a | 4038 a | 3987 a | 3955 a | 4070 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, entre as densidades, o redutor e as cultivares não diferem significativamente pelo teste de Duncan (p<0,05).

Interceptação da radiação

Com relação a avaliação da interceptação da radiação, não se observou qualquer interação entre os tratamentos utilizados, apenas diferenças entre densidades, entre aplicação de redutor e entre cultivares foram observadas (Tabela 4).

Com relação as densidades estudadas, no estágio de ET avaliado houve diferença significativa na IR(%). Tais diferenças decorrem do tratamento a que foram impostos (densidades diferentes), onde a densidade de 400 plantas/m² apresentou a maior interceptação de radiação (Tabela 4). Nos demais estádios avaliados (Pós-ET; Ant e pós-Ant), portanto após a aplicação do redutor, a interceptação da radiação foi a mesma. Assim, a possível vantagem da maior IR no ET pelo aumento da densidade foi compensada já antes de atingir o estágio de antese no desenvolvimento da cultura. Contudo, nas avaliações nos estádios de Antese e pós-antese, onde os tratamentos com redutor já tiveram tempo suficiente para se manifestar, não se observou diferença na IR entre as densidades. Apenas no estágio de pós-antese, comparativamente ao estágio de antese observou-se uma redução entorno de 44 % na RI (Tabela 4).

Tabela 4 - Radiação interceptada (RI) durante o desenvolvimento da planta de trigo, estabelecido sob duas densidades, dois tratamentos e em duas cultivares. As avaliações foram realizadas em diferentes estádios conforme a legenda: ET (espiguetas terminal); Pós-ET (pós-espiguetas terminal); Ant (antese); Pós-Ant (pós-antese)

| RI (%) | Densidade (plantas.m ⁻²) | | Redutor | | Cultivar | |
|-----------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| | 300 | 400 | Sem | Com | OR 1 | BRS Guamirim |
| ET (25/08) | 58,37 b | 64,28 a | 61,22 a | 61,43 a | 51,56 b | 71,09 a |
| Pós-ET (15/09) | 78,59 a | 81,68 a | 81,20 a | 79,07 a | 74,49 b | 85,78 a |
| Ant (21/09) | 80,74 a | 83,04 a | 81,84 a | 81,94 a | 75,58 b | 88,20 a |
| Pós-Ant (05/10) | 44,20 a | 48,23 a | 50,59 a | 41,84 b | 36,37 b | 56,06 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, entre as densidades, o redutor e as cultivares não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Com relação ao efeito de redutor na interceptação da radiação (IR%), Penckowski e Fernandes (2010) relataram que o aumento de produtividade observado em cultivares de trigo resistente ao acamamento, poderia ser devido à alteração na arquitetura foliar causada pelo redutor, permitindo um maior aproveitamento da radiação pelas plantas. Porém, foi observado neste estudo (Tabela 4) que somente no estágio de pós-Ant ocorreu redução na IR pelo efeito do redutor, possivelmente pela menor área foliar induzida pela aplicação do redutor.

Com relação às cultivares utilizadas, independente das densidades e do uso do redutor, observou-se que a cultivar BRS Guamirim, decorrente da sua natureza específica, apresentou nos estádios avaliados maior interceptação de radiação, comparativamente a cultivar OR 1 (Tabela 4).

CONCLUSÕES

1 - O redutor de crescimento não alterou a duração do período entre ET-Ant, nas cultivares estudadas.

2 - Não houve influência do redutor de crescimento no aumento da fertilidade das espigas, apenas o redutor aumentou a participação do número de espiguetas/espigas nesse parâmetro (fertilidade da espiga).

3 - A radiação interceptada foi reduzida pela aplicação do redutor de crescimento no estágio de pós-Antese, em ambas cultivares.

4 - O redutor de crescimento não aumentou o rendimento de grãos, nas cultivares estudadas.

REFERÊNCIAS

- ABBATE, P. E.; ANDRADE, F. H.; CULOT, J. P. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 124, n. 3, p. 351-360, 1995
- ABBATE, P.E.; ANDRADE, F.H.; CULOT, J.P.; BINDRABAN, P.S. Grain yield in wheat: effects of radiation during spike growth period. **Field Crops Research**, v.54, p.245-257, 1997.
- ARAUS, J. L.; SLAFER, G. A.; REYNOLDS, M. P.; ROYO, C. Plant breeding and drought in C-3 cereals: what should we breed for? **Annals of Botany**, London, v. 89, p. 925-940, 2002.
- BANCAL, P. Early development and enlargement of wheat floret primordia suggest a role of partitioning within spike to grain set. **Field Crops Research**, v. 110, p. 44-53, 2009.
- BANCAL, P. Positive contribution of stem growth to grain number per spike in wheat. **Field Crops Research**, vol. 105, p.27-39,2008.
- BROOKING, I.R.; KIRBY, E.J.M. Interrelationships between stem and ear development in winter wheat: the effect of Norin 10 dwarfing gene, Gai/rht2. **Journal Agricultural Science**, v.97, p.373-381,1981.
- DEMOTES-MAINARD, S.; JEUFFROY, M. H. Effects of nitrogen and radiation on dry matter and nitrogen accumulation in the spike of winter wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 87, p. 221-233, 2004.
- FISCHER, R. A. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. II. Physiology of grain yield response. **Field Crops Res.**, Amsterdam, v.33, n. ½, p. 57-80, 1993.
- FISCHER, R. A. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 105, p. 15-21, 2008.
- FISCHER, R.A. Number of kernels in wheat crops and influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, v.105, p.447-461, 1985.
- FISCHER, R.A. Understanding the physiological basis of yield potential in wheat. **Journal of Agricultural Science**, v.145, p.99-113, 2007.
- FOULKES, M.J.; SALAFER, G.A.; DAVIES, W.J.; BERRY, P.M.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; MARTRE, P.; CALDERINI, D.F.; GRIFFITHS, S.; REYNOLDS, M.P. Raising yield potential of wheat (III) optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.469-482, 2011.
- GONZÁLEZ, F. G.; SLAFER, G. A.; MIRALLES, D. J. Floret development and spike growth as affected by photoperiod during stem elongation in wheat. **Field Crops Research**, v. 81, p. 29-38, 2003a.

- GONZÁLEZ, F. G.; SLAFER, G. A.; MIRALLES, D. J. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheats. **Field Crops Research**, v. 81, p. 17-27, 2003b.
- GONZÁLEZ, F. G.; SLAFER, G. A.; MIRALLES, D. J. Photoperiod during stem elongation in wheat: is its impact on fertile floret and grain number determination similar to that of radiation? **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 32, p. 181-188, 2005a.
- GONZÁLEZ, F. G.; SLAFER, G. A.; MIRALLES, D. J. Pre-anthesis development and number of fertile florets in wheat as affected by photoperiod sensitivity genes *Ppd-D1* and *Ppd-B1*. **Euphytica**, Wageningen, v. 146, p. 253-269, 2005b.
- KIRBY, E. J. M.; SPINK, J. H.; FROST, D. L.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; SCOTT, R. K.; FOULKES, M. J.; CLARE, R. W.; EVANS, E. J. A Study of wheat development in the field: analysis by phases. **European Journal of Agronomy**, v. 11, p. 63-82, 1999.
- KIRBY, E.J.M. Analysis of leaf, stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. **Field Crops Research**, v.18, p.127-140, 1988.
- LOZANO, C. M. et al. **Evaluación del uso de reguladores en modelos de alta producción en el cultivo de trigo**. 2002
- MIRALLES, D. J. et al. Duration of the stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.27, p.931-940, 2000.
- MIRALLES, D. J.; KATZ, S. D.; COLLOCA, A; SLAFER, G. A. Floret development in near isogenic wheat lines in differing in plant height. **Field Crops Research**, v. 59, p. 21-30, 1998.
- NERSON, H. et al. A scale for the assessment of the developmental stages of the wheat (*Triticum aestivum* L.) spike. **Annals of Botany**, v.45, p.203-206, 1980.
- PENCOWSKI, L.H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura de trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados**. Castro: Fundação ABC, 2008. 46p.
- PENCOWSKI, L.H.; FERNANDES, E.C. **Utilizando regulador de crescimento na cultura de trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados**. Castro: Fundação ABC, 2010. 68p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 4., 2010, Cascavel. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2011**. Cascavel: COODETEC, 2010. 170p.
- REYNOLDS, M.; FOULKES, M.J. ;SLAFER, G.A.;BERRY, P.; PARRY, M.A.J.; SNAPE, J.W.; ANGUS, W.J. Raising yield potential in wheat. **Journal of Experimental Botany**, vol.60, p. 1899-1918, 2009.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; TEIXEIRA, M.C.C.; ROMAN, E.S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo : Embrapa Trigo, 2003

SAVIN, R.; SLAFER, G.A . Shading effects on the yield of an Argentinian wheat cultivar. **Journal of Agricultural Science**, v.116, p.1-7, 1991

SERRAGO, A.R.; MIRALLES, D.J.; SLAFER, G.A. Floret fertility in wheat as affected by photoperiodic during stem elongation and removal of spikelets at booting. **European Journal of Agronomy**, v.28, p.301-308, 2008.

SIDDIQUE, K. H. M.; KIRBY, E. J. M.; PERRY, M. W. Ear: Stem ratio in old and modern wheat varieties; relationship with improvement in number of grain per ear and yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 21, p. 59-78, 1989.

SLAFER, G. A.; ABELEDO, L .G.; MIRALLES, D. J.; GONZÁLEZ, F. G.; WHITECHURCH, E. M. Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to raise potential yield in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v. 119, p. 191-197, 2001.

SLAFER, G. A.; CALDERINI, D. F.; MIRALLES, D. J. Yield components and compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential. In: REYNOLDS, M. P.; RAJARAM, S.; McNAB, A. (Ed.). **Increasing yields potential in wheat: breaking the barriers**. Mexico, DF: CIMMYT, 1996. p. 101-133.

SLAFER, G. A.; SATORRE, E. H.; ANDRADE, F. H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: SLAFER, G. A. (Ed.). *Genetic improvement of field crops: current status and development*. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. p. 1-68.

SLAFER, G.A. Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. **Annals of Applied Biology**, v.142, p.117-128, 2003.

SLAFER, G.A.; ARAUS, J.L.; ROYO, C.; GARCIA DEL MORAL, L.F. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. **Annals of Applied Biology**, v.146, p. 61-70, 2005.

UGARTE, C.C.; TRUPKIN, S.A.; GHIGLIONE, G.A.; CASAL, J.J. Low red/far red ratios delay spike and stem growth in wheat. **Journal of Experimental Botany**, v.61, p. 3151-3162, 2010.

WHITECHURCH, E. M.; SLAFER, G. A. ; MIRALLES, D. J. Variability in the duration of stem elongation in wheat genotype and sensitivity to photoperiod and vernalization. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Oxford, v. 193, p. 131-137, 2007.

WHITECHURCH, E. M.; SLAFER, G. A. Contrasting Ppd alleles in wheat: effects on sensitivity to photoperiod in different phases. **Field Crops Research**, v. 73, p. 95-105, 2002.

WHITECHURCH, E. M.; SLAFER, G. A. Responses to photoperiod before and after jointing in wheat substitution lines. **Euphytica**, v. 118, p. 47-51, 2001.

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

Recebido para publicação em: 21/11/2013

Aceito para publicação em: 04/12/2013