

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM AGRONOMIA

KLEBER MARTIN FELDE COELHO DE ANDRADE

**REGULADORES DE CRESCIMENTO APLICADOS EM DIFERENTES
DOSES E ÉPOCAS EM CULTIVARES DE TRIGO.**

PONTA GROSSA
2011

KLEBER MARTIN FELDE COELHO DE ANDRADE

**REGULADORES DE CRESCIMENTO APLICADOS EM DIFERENTES
DOSES E ÉPOCAS EM CULTIVARES DE TRIGO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Agronomia” - Área de concentração: Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel

PONTA GROSSA
2011

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

C672r Coelho de Andrade, Kleber Martin Felde
Reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses e épocas
em cultivares de trigo / Kleber Martin Felde Coelho de Andrade. Ponta
Grossa, 2011.
48 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração :
Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador : Prof. Dr. Jeferson Zagonel

1.Regulador de crescimento. 2. Trigo. 3. Doses. 4. Épocas de
aplicação. I. Zagonel, Jeferson. II.T.

CDD: 633.11



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

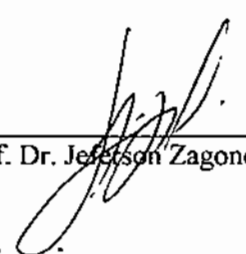
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **“REGULADORES DE CRESCIMENTO APLICADOS EM DIFERENTES DOSES E ÉPOCAS EM CULTIVARES DE TRIGO”.**

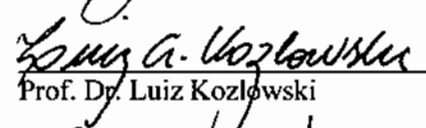
Nome: Kleber Martin Felde Coelho de Andrade

Orientador: Jeferson Zagonel

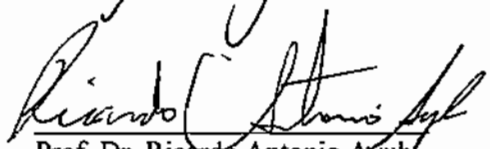
Aprovado pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Jeferson Zagonel



Prof. Dr. Luiz Kozłowski



Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

Data da Realização: 24 de novembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir esta oportunidade na minha vida e sempre ao meu lado em decisões e momentos difíceis e felizes.

Pelo apoio, estímulo e companheirismo de minha esposa Mauren, sempre disposta e ao meu lado em todos os momentos.

Ao professor, orientador e amigo Dr. Jeferson Zagonel, que com muita paciência, perseverança e consciência conduziu este trabalho para que se tornasse uma realidade.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade e recursos para conclusão deste título.

Aos acadêmicos do curso de Agronomia participantes deste trabalho, sem os quais este não teria sido realizado, meu grande abraço de agradecimento.

Aos funcionários da Fazenda Escola, sempre prontos para ajudar e contribuir com trabalhos realizados.

A todas as pessoas que estiveram envolvidas e comprometidas de forma construtiva para realização deste trabalho, meu muito obrigado e que Deus abençoe a todos.

RESUMO

Para a cultura do trigo está provada a importância da utilização de reguladores de crescimento, pela redução do acamamento, causado principalmente pelo uso de altas doses de nitrogênio e pela alta suscetibilidade de algumas cultivares. Em decorrência disso verifica-se a necessidade de utilização de novas tecnologias que venham a contribuir para evitar as perdas de produtividade causadas pelo acamamento. Nesse sentido, realizaram-se três experimentos (E1, E2 e E3) para avaliar os efeitos de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses e épocas em características agrônômicas, componentes da produção e produtividade de cultivares de trigo. Os experimentos foram realizados na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), município de Ponta Grossa, PR, no ano de 2009. No E1 utilizaram-se dois reguladores (trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio) nas doses de 0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g.ha⁻¹ e 0,0; 41,2; 82,5; 123,7 e 165,0 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo respectivamente, na cultivar BRS-249. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com dez tratamentos dispostos em esquema fatorial de 2 x 5 (reguladores x doses) com quatro repetições. No E2 utilizaram-se dois reguladores (trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio) nas doses de 0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g.ha⁻¹ e 0,0; 41,2; 82,5; 123,7 e 165,0 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo respectivamente, na cultivar Marfim. Foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso com dez tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5 (reguladores x doses) com quatro repetições. No E3 utilizaram-se três reguladores de crescimento (trinexapac-ethyl, prohexadione-cálcio e cloreto 1,1- dimetil piperidíneo) nas doses de 125,0 g.ha⁻¹; 137,5 g.ha⁻¹ e 125,0 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo respectivamente aplicados em duas épocas(entre o 1º e o 2º nó e entre o 2º e o 3º nó perceptível), na cultivar Marfim. Foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 2 e quatro repetições. No E1 o trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio promoveram redução do comprimento dos entrenós e da altura de plantas, aumento do diâmetro do colmo, do número de folhas por planta, da largura da folha bandeira e da produtividade. No E2 o trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio foram eficientes na redução do comprimento dos entrenós, da altura de plantas e da massa de mil grãos; sendo que o prohexadione-cálcio mostrou potencial de uso na cultura do trigo. No E3 o trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio promoveram diminuição da altura das plantas sem afetar o diâmetro do colmo e a produtividade. O cloreto 1,1-dimetil piperidíneo não afetou a altura de plantas, e promoveu aumento do número de folhas por planta, mas sem efeitos sobre componentes de produção e produtividade. A época de aplicação não promoveu alterações na maioria das variáveis indicando uma maior amplitude de uso dos reguladores na cultivar Marfim.

Palavras-chave: regulador de crescimento, trigo, doses, épocas de aplicação.

ABSTRACT

For the wheat crop is proven the importance of the use of growth regulators by reducing the lodging, mainly caused by high doses of nitrogen and the high susceptibility of some cultivars. As a result there is a need to use new technologies that will help to avoid productivity losses caused by lodging. In this sense, there were three experiments (E1, E2 and E3) to evaluate the effects of growth regulators applied at different doses and times in agronomic traits, yield components and yield of wheat cultivars. The experiments were performed at the Farm School, State University of Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, in 2009. In E1 we used two regulators (trinexapac-ethyl and prohexadion-calcium) at doses of 0.0, 37.5, 75.0, 112.5 and 150.0 g ha⁻¹ and 0.0, 41, 2, 82.5, 123.7 and 165.0 g ha⁻¹ respectively, in the cultivar BRS-249. We used the experimental design of randomized blocks with ten treatments in a factorial 2 x 5 (x regulators doses) with four replications. In E2 we used two regulators (trinexapac-ethyl and prohexadion-calcium) at doses of 0.0, 37.5, 75.0, 112.5 and 150.0 g ha⁻¹ and 0.0, 41, 2, 82.5, 123.7 and 165.0 g ha⁻¹ respectively, in the cultivar Marfim. Experimental design used was randomized blocks with ten treatments in a factorial 2 x 5 (x regulators doses) with four replications. At E3 we used three growth regulators (trinexapac-ethyl, prohexadion-calcium and chloride 1,1 - dimethyl piperidine) at doses of 125.0 g ha⁻¹, 137.5 and 125.0 g ha⁻¹ g ha⁻¹ respectively applied in two seasons (between the 1st and 2nd node and between 2 ° and 3 ° we have seen), the cultivar Marfim. Experimental design used was randomized blocks in 4 x 2 factorial arrangement and four replications. In the E1 prohexadion trinexapac-ethyl and calcium-promoted reduction of internode length and plant height, stem diameter increased, the number of leaves per plant, flag leaf width and productivity. In the E2 prohexadion-calcium and trinexapac-ethyl were effective in reducing internode length, plant height and mass of thousand grains, and prohexadion-calcium that showed potential for use in wheat crop. At the E3 prohexadion-calcium and trinexapac-ethyl promoted decrease in plant height without affecting the diameter of the stem and productivity. The 1,1- chloride dimethyl piperidine did not affect plant height, and promoted an increase in the number of leaves per plant, but without effect on components of production and productivity. The application period did not promote changes in most variables indicating a greater range of use of regulators in the cultivar Marfim.

Keywords: growth regulator, wheat, doses, application periods.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	Experimento 01 (E1)	8
2.1	RESUMO.....	8
2.2	INTRODUÇÃO	9
2.3	MATERIAL E MÉTODOS	11
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
2.5	CONCLUSÕES	16
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
3	Experimento 02(E2)	20
3.1	RESUMO.....	20
3.2	INTRODUÇÃO	21
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.5	CONCLUSÕES	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
4	Experimento 03 (E 03)	33
4.1	RESUMO.....	33
4.2	INTRODUÇÃO	34
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	36
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.5	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
5	CONCLUSÕES GERAIS	48

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial se faz necessário um aumento da produção e da produtividade de grãos para que o mercado seja suprido de maneira suficiente, de forma a não se causar escassez de alimentos. Neste contexto, o trigo (*Triticum aestivum* L.), sendo um dos cereais mais consumidos no mundo e com grande importância para o Brasil exige o uso de novas técnicas de cultivo que minimizem custos e maximizem a produtividade. Entre essas práticas estão semeadura em época adequada, utilizando espaçamento e densidade de semeadura dentro da recomendação oficial e adubação de acordo com análise de solo e em quantidade vinculada à produção desejada. Engloba também o controle adequado de doenças, pragas e plantas daninhas (MUNDSTOCK, 1999). Quando todas essas técnicas são utilizadas em conjunto, um problema que pode ocorrer é o acamamento de plantas, que em geral está aliado ao uso de altas doses de nitrogênio, quase sempre fundamental para garantir altas produtividades (Zagonel e Fernandes, 2009).

Vários estudos mostram que o acamamento no trigo acarreta em diminuição da produtividade e afeta substancialmente a qualidade dos grãos (Travis et al., 1996). Com o acamamento ocorre ruptura de tecidos, o que interfere na vascularização do colmo, impedindo a recuperação da planta acamada (FAHN, 1975). A definição do acamamento se dá por um estado permanente na modificação da estrutura do colmo em relação à posição original, trazendo curvatura e quebra do mesmo. Com utilização de adubações pesadas, alta densidade de semeadura, adição de nitrogênio e colheita mecanizada, tem grande importância a utilização de reguladores de crescimento (CRUZ et. al., 2000). Com o intuito de controlar o acamamento utilizam-se reguladores de crescimento, que atuam na diminuição da altura de plantas, o que aumenta a resistência ao acamamento, e permite, em alguns casos, a utilização de uma maior adubação nitrogenada, explorando uma maior capacidade produtiva da planta (RODRIGUES; VARGAS, 2002).

Reguladores de crescimento são compostos químicos aplicados exogenamente que regulam o alongamento da haste, com inibição da biossíntese das giberelinas (RAJALA, 2003) e que podem reduzir a altura das plantas, com

alteração de arquitetura foliar, auxiliando na penetração e consequente melhor ação de fungicidas nas partes inferiores da planta (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

A utilização de reguladores de crescimento, como o trinexapac-ethyl tem-se mostrado efetivo na redução de estatura das plantas de cereais de inverno, evitando acamamento. Resultados mostram que o trinexapac-ethyl reduz o comprimento dos entrenós, deixando as plantas com menor altura e evitando acamamento, mesmo em altas doses de nitrogênio (ZAGONEL, 2003). O trinexapac-ethyl atua no balanço das giberelinas, o que causa a redução da altura de plantas e modifica sua arquitetura, deixando-as com melhor interceptação da luz, resultando em melhor assimilação fotossintética, promovendo maior capacidade produtiva. O prohexadione-cálcio está incluído em uma classe de inibidores da biossíntese de giberelinas, sendo chamados acyclohexanetriones, também controlando o crescimento vegetativo (RODEMACHER, et al,1992). Com registro para as culturas da maçã e trigo, alguns resultados experimentais não publicados mostraram redução da altura de plantas, mas com doses, épocas e efeitos ainda a serem estudados. O cloreto 1,1-dimetil piperidínio é utilizado com maior frequência na cultura do algodão, atuando na redução do crescimento vegetativo, podendo até vir a ser utilizado na cultura do trigo, desde que seus efeitos sejam viáveis. O presente trabalho objetivou avaliar três reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses e épocas em cultivares de trigo na região de Ponta Grossa, PR.

2 EXPERIMENTO 01 (E1)

Reguladores de crescimento em diferentes doses afetando o trigo, cultivar BRS-249.

2.1 RESUMO

O acamamento é um dos principais fatores que afetam negativamente a produtividade do trigo, mas que pode ser controlado com o uso de reguladores de crescimento. Nesse sentido foi realizado um experimento no município de Ponta Grossa, PR, visando avaliar os efeitos dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio nas doses de: 0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g.ha⁻¹ e 0,0; 41,2; 82,5; 123,7 e 165,0 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo respectivamente, na cultivar BRS-249. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com dez tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5 (reguladores x doses) em quatro repetições. Foram avaliadas características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade. Os reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio reduziram o comprimento dos últimos entrenós, porém não afetaram substancialmente a altura das plantas, o diâmetro do colmo, o número de folhas por planta e a largura da folha bandeira. O prohexadione-cálcio afetou as plantas de trigo de maneira similar ao trinexapac-ethyl mostrando potencial de uso na cultura do trigo. A produtividade foi maior com o aumento da dose dos reguladores, sendo a dose de 112,5 g.ha⁻¹ a de maior resposta da cultivar BRS-249.

2.2 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma das culturas mais importantes do mundo, sendo uma das principais alternativas de cultivo de inverno nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul (SCHUCH et al., 2000). A cultura vem ganhando maior importância devido aos ganhos de produtividade, rentabilidade e melhoria da qualidade do produto. Atualmente, a produção de trigo se concentra nas regiões Sul e Centro-Sul tendo como principais produtores os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. Os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul são responsáveis por cerca de 90% da produção brasileira de trigo (Zylbersztajn et al., 2004b).

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, tendo um significativo peso na economia agrícola global. O Brasil importa quase que a metade do trigo que consome. De acordo com dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para safra 2018/19 projeta-se uma produção interna de 7,89 milhões de toneladas, em quanto que o consumo estimado é de 12,25 milhões de toneladas (CORREPAR, 2011).

O interesse em aumentar a produção de grãos de trigo tem estimulado a melhoria dos tratos culturais nessa cultura, os quais envolvem a época recomendada de semeadura; espaçamento e densidade de sementes adequadas; aumento do nível de fertilidade do solo; controle de doenças, insetos e plantas daninhas e do acamamento de plantas (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

O acamamento de plantas é caracterizado por um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à sua posição original, que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. Na triticultura atual, a resistência ao acamamento assume particular importância pela alta densidade de semeadura, pesadas adubações, principalmente a nitrogenada e pela mecanização da colheita (CRUZ et al., 2000). O acamamento prejudica a produtividade e a qualidade dos grãos, causa desbalanço de nutrientes, decréscimo da fotossíntese, redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais e aumento da severidade das doenças (RODRIGUES et al., 2003), além de dificultar a colheita do grão de forma mecanizada (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

Para evitar os efeitos negativos do acamamento são utilizadas inúmeras técnicas como o uso de cultivares resistentes e reguladores de crescimento. Os reguladores de crescimento são compostos químicos aplicados exogenamente que regulam o alongamento da haste, com a inibição da biossíntese das giberelinas (RAJALA, 2003) e que podem reduzir a altura das plantas, com alteração da arquitetura foliar (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

Entre os reguladores em uso no trigo, o trinexapac-ethyl tem sido utilizado com bons resultados de controle do acamamento e em alguns casos até promovendo aumento de produtividade. O trinexapac-ethyl atua no balanço das giberelinas, reduzindo drasticamente os níveis do ácido giberélico ativo (GA_1), responsável pelo crescimento das plantas (DAVIES, 1997), pela inibição da enzima 3β -hidroxilase (Nakayama et al., 1990)

A aplicação do trinexapac-ethyl interfere na inclinação das folhas, deixando estas eretas, que irá provavelmente resultar em melhor aproveitamento da intensidade luminosa. Esse efeito pode ser observado em média 15 a 20 dias após aplicação, sendo que esta inclinação pode variar de cultivar para cultivar e pode explicar em parte os ganhos significativos de produtividade em cultivares de porte baixo, com ou sem a ocorrência de acamamento (PENCKOWSKI, 2009).

Outro regulador de crescimento, o prohexadione-cálcio é utilizado em maçã (MAPA, 2010), reduz o crescimento dos ramos da macieira pelo bloqueio da síntese da atividade da giberelina, favorecendo a penetração da luz, reduzindo a poda e melhorando a produtividade e a eficiência dos tratamentos fitossanitários nos pomares (NAKAYAMA et al., 1992). O prohexadione-cálcio apresenta como modo de ação a redução de ramos através da inibição da última etapa da biossíntese do ácido giberélico (GA_3), como é o caso da hidroxilação do GA_{20} em GA_1 (MACHADO et.al., 2007). Porém, alguns resultados experimentais mostram que o produto tem ação sobre cereais de inverno e pode constituir em mais uma opção de controle do acamamento. Segundo informação pessoal (Zagonel, 2010), resultados ainda não publicados mostram que o prohexadione-cálcio tem ação na estatura de plantas, reduzindo essa com o aumento da dose do regulador, mas esses resultados dependem da cultivar e a produtividade não foi afetada pelo uso do regulador.

Nesse sentido, realizou-se o presente trabalho que teve como objetivo avaliar a influência dos reguladores de crescimento prohexadione-cálcio e

trinexapac-ethyl em diferentes doses, em características agronômicas, componentes de produção e produtividade da cultivar de trigo BRS-249.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 2009, na Fazenda Escola “Capão da Onça”, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, localizada no município de Ponta Grossa, PR, nas coordenadas de 25°05'31” latitude sul e 50°03'27” longitude leste, com altitude de 1025m.

O solo no local é um Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico, textura argilosa (Embrapa, 2006), cuja análise, para amostragem de 0 a 10 cm, revelou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,3; Ca⁺⁺ = 4,4 cmol dm³; Mg⁺⁺ = 2,0 cmol dm³; K = 0,56 cmol dm³; P = 14,7 mg dm⁻³; C = 25 g dm⁻³; H + Al = 4,96 cmol dm³, Al⁺⁺⁺ = 0,0 %; CTC (pH 7,0) = 11,92; V% = 58,4; argila = 460 g kg⁻¹; silte = 179 g kg⁻¹; areia = 361 g kg⁻¹. Para amostragem de 10 a 20 cm, revelou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,1; Ca⁺⁺ = 3,2 cmol dm³; Mg⁺⁺ = 2,3 cmol dm³; K = 0,36 cmol dm³; P = 4,3 mg dm⁻³; C = 21 g dm⁻³; H + Al = 5,76 cmol dm³, Al⁺⁺⁺ = 0,0 %; CTC (pH 7,0) = 11,62 cmol dm³; V% = 50,4.

Segundo Koppen, o clima de Ponta Grossa é classificado como Cfb, ou seja, clima temperado, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C e no mês mais quente abaixo de 22°C . A precipitação média anual é de 1600 mm a 1800 mm (IAPAR, 2010).

O sistema de semeadura utilizado foi o “plantio direto na palha”, semeando-se 140 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, cultivar BRS-249, em 07/06/09, com um espaçamento de 0,17 m entre linhas e a uma profundidade de semeadura de 3 a 4 cm, sobre restos culturais de milho. Adubação de base constituiu da aplicação de 300 kg.ha⁻¹ de adubo de fórmula comercial 05-25–25 e de 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura na forma de uréia, no início do perfilhamento. A cultivar BRS-249 apresenta porte médio de 83 cm, com boa resistência ao acamamento, boa sanidade para oídio, ferrugem da folha e vírus do mosaico. Também mostra elevado potencial produtivo, sendo moderadamente tolerante ao alumínio (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em dez tratamentos dispostos em esquema fatorial de 2 x 5 (reguladores e doses), com quatro repetições.

Os tratamentos constaram dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio aplicados nas doses de 0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g.ha⁻¹ e 0,0; 41,0; 82,5; 123,7 e 165,0 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo respectivamente, corresponde a 0, 150, 300, 450 e 600 mL.ha⁻¹ dos produtos comerciais Moddus e Viviful.

Os reguladores foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal, à pressão constante de 206,85 kPa, pelo CO₂ comprimido, com barra de 2,5 m de largura e cinco bicos com pontas de jato plano “leque” XR 110-02, distanciados de 0,50 m, velocidade de aplicação de 5,5 km.h⁻¹ e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Na aplicação, as plantas de trigo estavam na fase de elongação do colmo, entre o 1º e o 2º nó perceptível, entre os estádios 31 e 32 da escala de Zadoks et al. (1974).

As parcelas foram compostas de 16 fileiras de 5 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 10 fileiras centrais com 5 m de comprimento, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade das fileiras.

Na fase de antese da cultura do trigo foram coletadas dez plantas de uma mesma fileira da parcela para avaliar: número de perfilhos por planta; número de folhas verdes por planta; comprimento e largura da folha bandeira e das duas folhas abaixo desta; altura da planta mãe; comprimento dos entrenós; área foliar e massa seca das folhas e colmos. Para medir a largura e comprimento das folhas, altura de planta e comprimento dos entrenós fez-se uso de trena. A área foliar foi determinada por meio de aparelho digital LICOR 3100, medindo-se separadamente as folhas bandeira, bandeira menos um e bandeira menos dois das plantas mãe e as folhas dos perfilhos. Antes da colheita foram coletadas as plantas de um metro de fileira de cada parcela para determinar os componentes de produção e o diâmetro de colmos utilizando-se paquímetro digital. Quando os grãos atingiram o ponto de colheita procedeu-se, no dia 24 de novembro de 2009, a colheita manual das parcelas com o auxílio de foices. A produtividade foi determinada pela produção da área útil de cada parcela, tendo sua umidade corrigida para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias dos reguladores de crescimento comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as doses dos reguladores por regressão polinomial.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas não ocorreram interações significativas entre os reguladores de crescimento e doses. O trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio não influenciaram o número de perfilhos por planta e o comprimento da folha bandeira (Tabela 1), sendo a resposta similar entre os reguladores. A largura da folha bandeira foi afetada pelo uso dos reguladores, com aumento linear à medida que a dose dos produtos foi maior. Segundo FERNANDES (2009), tanto comprimento como a largura da folha bandeira são características de cada cultivar, mas que podem ser alteradas de acordo com condições climáticas ou técnicas de manejo empregadas, como o uso de regulador de crescimento. No caso do presente trabalho, a largura da folha bandeira aumentou em resposta ao aumento da dose dos reguladores, provavelmente em compensação à redução do comprimento dos últimos entrenós (Tabela 2), já que o número de folhas não foi afetado pelos reguladores e doses dos mesmos (Tabela 1).

O diâmetro do colmo não foi afetado pelos reguladores de crescimento (Tabela 1). Estudos realizados na Argentina por LOZANO et al (2001) mostram que o trinexapac-ethyl promove espessamento do tecido esclerenquimático, resultando no aumento do diâmetro interno dos colmos após aplicação do produto, que pode ou não se refletir em aumento do diâmetro externo do colmo, como ocorreu no presente trabalho.

O número de folhas por planta não diferiu entre os reguladores de crescimento e não foi afetado pelo aumento da dose dos mesmos (Tabela 1). Em experimento realizado por FERNANDES (2009) o número de folhas aumentou com a aplicação de regulador de crescimento diferindo dos resultados do presente trabalho. Como o fotoperíodo e a cultivar exercem efeito pronunciado no número de folhas do colmo principal (Slafer; Connor e Halloran, 1994), provavelmente a não resposta do número de folhas ocorreu em função da cultivar utilizada, que foi diferente da utilizada no experimento realizado por Fernandes (2009).

Tabela 1 - Diâmetro do colmo, número de perfilhos por planta, número de folhas por planta, comprimento da folha bandeira e largura da folha bandeira em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses na cultivar de trigo BRS-249. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de crescimento	Diâmetro do colmo (mm)	Perfilho. planta ⁻¹	Folha. planta ⁻¹	Comp.FB (cm)	Larg.FB (cm)
1. Trinexapac-ethyl	2,50 a	2,38 a	5,4 a	20,7 a	1,27 a
2. Prohexadione-cálcio	2,52 a	2,00 a	5,2 a	21,1 a	1,37 a
Dose (ml/ha)¹					
1. 0	2,52	2,27	5,6	21,4	1,22
2. 150	2,51	1,92	5,3	21,5	1,27
3. 300	2,51	1,96	5,0	20,8	1,33
4. 450	2,50	1,85	5,0	20,1	1,37
5. 600	2,50	2,75	5,3	20,8	1,39
Equação	*NS	NS	NS	NS	L*
R ²	0,096	---	---	---	0,9989
C.V.(%)	9,5	42,8	30,8	9,6	12,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; L = linear; NS = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade; Largura da folha-bandeira = $1,234 + 0,0002833x$.

A estatura de plantas de trigo é uma característica importante quando se está avaliando reguladores de crescimento, pois pode ser influenciada por inúmeros fatores. Os resultados da Tabela 2 demonstraram que as plantas de trigo responderam com equação de terceiro grau (cúbica) e segundo grau (quadrática) respectivamente em relação ao comprimento do 2º ao 3º e do 3º ao 4º entrenós, ambos com a diminuição do comprimento dos entrenós com o aumento da dose dos reguladores. O comprimento entre a base e o 1º nó e entre o 1º e o 2º nó não foi afetado pelos reguladores, visto que os mesmos foram aplicados entre o 1º e o 2º nó perceptível, e assim exercendo pouca influência nesses entrenós. Resultados similares de redução do comprimento dos entrenós pelo uso de reguladores de crescimento foram observados por outros autores que confirmaram redução do comprimento dos entrenós principalmente entre o 2º e 3º nó, devido o crescimento dessa porção do colmo ocorrer logo após a aplicação dos reguladores (ZAGONEL et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2003; PENCKOWSKI et al., 2010). No entanto, no presente trabalho a redução do comprimento dos entrenós não foi acentuada a ponto de afetar a altura de plantas, que não diferiu entre os reguladores e nem foi afetada pela dose dos mesmos, o que difere da maioria dos resultados encontrados na literatura por outros autores (Zagonel et al, 2002; Penckowski, 2006; Zagonel e Fernandes 2007; Berti et al., 2007).

Tabela 2 - Altura de plantas, comprimento da base ao 1º nó, comprimento do 1º ao 2º nó, comprimento do 2º ao 3º nó e comprimento do 3º ao 4º nó, em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses na cultivar de trigo BRS-249. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de crescimento	Altura da planta (cm)	Base – 1º nó (cm)	1º - 2º nó (cm)	2º - 3º nó (cm)	3º - 4º nó (cm)
1. Trinexapac-ethyl	61,1 a	7,1 a	9,9 a	14,4 a	29,8 a
2. Prohexadione-calcio	63,3 a	6,3 b	14,6 a	14,6 a	30,6 a
Dose (ml/ha)¹					
1. 0	66,7	7,0	9,8	13,6	32,5
2. 150	64,0	7,1	10,4	14,7	31,5
3. 300	62,5	6,5	10,2	15,2	29,1
4. 450	58,8	6,2	9,5	13,9	26,9
5. 600	59,0	6,5	9,8	14,6	29,0
Equação	NS	NS	NS	C*	Q*
R ²	---	---	---	0,77	0,88
C.V.(%)	6,2	13,3	11,0	11,0	12,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; C = cúbica; NS = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade. Equações: 2º ao 3º nó = $13,61 + 0,01805x - 0,0000656x^2 + 0,00000064x^3$; 3º ao 4º nó = $31,38 - 0,0181x - 0,00005255x^2$.

O trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio não influenciaram o número de plantas por metro, número de espigas por metro, número de espiguetas por espiga e grãos por espiga (Tabela 3). Este resultado não corrobora com os observados por Zagonel et al. (2002), onde a aplicação de regulador de crescimento promoveu efeito positivo no número de espigas por metro, mas os autores concluem no trabalho que as variações nos componentes de produção dependem do ano de cultivo, da cultivar e do clima. Além da capacidade do trigo em perfilhar, que vem a compensar as variações nos componentes especialmente o número de espigas (Zagonel e Fernandes, 2009).

Tabela 3 - Número de plantas por metro, número de espigas por metro, número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiga em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses na cultivar de trigo BRS-249. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de crescimento	Plantas.m ⁻¹ (nº)	Espigas.m ⁻¹ (nº)	Espiguetas. espiga ⁻¹ (nº)	Grãos. espiga ⁻¹ (nº)
1. Trinexapac-ethyl	39,6 a	61,2 a	12,4 a	30,4 a
2. Prohexadione-calcio	38,2 a	59,8 a	12,1 a	31,3 a
Dose (ml/ha)¹				
1. 0	36,0	53,0	12,0	28,4
2. 150	39,7	58,0	12,0	32,0
3. 300	39,6	65,9	12,5	30,1
4. 450	39,7	67,8	12,5	32,8
5. 600	39,4	57,6	12,0	33,0
Equação	NS	NS	NS	NS
R ²	---	---	---	---
C.V.(%)	14,8	20,6	5,8	5,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo.

A produtividade e a massa de mil grãos (MMG) não diferiram entre os reguladores de crescimento (Tabela 4). Em relação às doses, não houve resposta da MMG, mas a produtividade respondeu de forma quadrática ao aumento da dose dos reguladores. Resultados obtidos no Paraná por ADEGAS (2006); ZAGONEL et al. (2002) e PENCKOWSKI (2006), na Argentina por LOZANO et al. (2002) e LOZANO e LEADEN (2001) e no Rio Grande do Sul por RODRIGUES et al. (2003) corroboram com os do presente trabalho quanto ao aumento de produção em função da aplicação do trinexapac-ethyl. Em trabalhos realizados por ZAGONEL e FERNANDES (2007) e PENCKOWSKI et al. (2010) foi observado que o aumento da dose do trinexapac-ethyl resultou em aumento de produtividade, com limite de dose variável com a cultivar. No caso, a cultivar BRS-249 respondeu à aplicação de ambos os reguladores.

Tabela 04 - Massa de mil grãos e produtividade, em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses na cultivar de trigo BRS-249. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de crescimento	MMG (gramas)	Produtividade (kg.ha⁻¹)
1. Trinexapac-ethyl	28,5 a	2.720 a
2. Prohexadione-calcio	28,8 a	2.802 a
Dose (pc/ml/ha)¹		
1. 0	28,0	2.390
2. 150	27,8	2.679
3. 300	29,0	2.864
4. 450	30,0	2.947
5. 600	28,3	2.926
Equação	NS	Q*
R ²	---	0,93
C.V.(%)	17,0	10,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo; Produtividade = $2.390,667 + 2,2666x - 0,00228x^2$.

2.5 CONCLUSÕES

Os reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio reduziram o comprimento entre o 2º e o 3º e entre o 3º e o 4º entrenós, mas não afetaram substancialmente a altura das plantas, o diâmetro do colmo, o número de folhas por planta e o comprimento da folha bandeira.

O prohexadione-cálcio afetou as plantas de trigo de maneira similar ao trinexapac-ethyl mostrando potencial de uso na cultura do trigo.

A produtividade para cultivar BRS-249 foi maior com o aumento da dose dos reguladores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S. **Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em cultivares de trigo, semeados sob diferentes densidades** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25. 2006, Brasília. Convivendo com as plantas daninhas Resumos. Brasília: SBCPD/UNB/EMBRAPA CERRADO.2006,p.204.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 2, p.127-134, 2007.

CORREPAR, Corretora de Mercadorias. Disponível em:

http://www.correpar.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=7071&Itemid=39

CRUZ et al. **Efeito induzido do acamamento do trigo**. Capão do Leão, Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v6n2/artigo06.pdf>. Acesso em: 21/04/2010.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivares de trigo do Paraná**. Londrina: Embrapa/CNPSo, 1997. 148p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 18).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-TRIGO ANBA. **Sul do Brasil quer produzir só trigo pão**. DOTTO, S., 30-08-2011.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Ponta Grossa: 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná** - Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1227>. Acesso em: 03 mar. 2010.

LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.; COLABELLI, M.N. **Efecto de trinexapac ethyl sobre la morfologia del tallo en dos cultivares de trigo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRIGO, 5 e SIMPÓSIO NACIONAL DE CEREALES DE SIEMBRA OTOÑO INVERNAL, 3. Argentina, Inta, 2002. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/morfol-deltalolea-den.htm>>. Acesso em: 22 maio 2011.

MAPA 2010 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Disponível em: <<http://w.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 03 mar. 2010.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999.

NAKAYAMA, K.; KAMIA Y.; KOBAYASHI, M.; ABE, H.; SAKURAI A. Effects of a plant-growth regulator, prohexadione, on the biosynthesis of gibberellins in cell-free systems derived from immature seeds. **Plant Cell Physiology**, v.31, p. 1183-1190, 1990.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES E.C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.34, p.1492-1499, 2010.

PENCKOWSKI, L.H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

RAJALA, A. **Plant growth regulators to manipulate cereal growth in Northern growing conditions**. 53 p. 2003. Dissertation (Academic) – Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, 2003. Disponível em: <<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/rajala/plantgro.pdf>>. Acesso em 20 maio 2011.

RODRIGUES, O.; DIDONETE, A.D.; TEIXEIRA, C.C.M.; ROMAN, S. E. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2003. (Circular Técnica nº 14).

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F. N. de; MAIA, M. de S. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.121-127, 2000.

SLAFER, G.A.; CONNOR, D.J.; HALLORAN, G.M. Rate of Leaf Appearance and Final Number of Leaves in Wheat: Effects of Duration and Rate of Change of Photoperiod. **Annals of Botany**, v.74, 1994. Slafer, Connor e Halloran 1994.

TRAVIS, S. E.; MASCHINSKI, J. [†]; KEIN, P. An analysis of genetic variation in *Astragalus cremnophylax* var. *cremnophylax*, a critically endangered plant, using AFLP markers. **Mol. Ecol.**, v. 5, p. 735-745, 1996.

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

ZAGONEL, J. Efeitos do trinexapac-ethyl e de doses de nitrogênio em características agronômicas e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18. 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003, p. 204-207.

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, n.2, p. 331-339, 2007.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidade de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.471-476, 2002.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Densidade ideal. **Cultivar**, Pelotas, v.120, p.20-22, 2009.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F.; ROSSI, R.M.; FERRAZ, R.M.M.; THOMÉ e CASTRO, L.; MARINO, M.K.; MIZUMOTO, F.M.; CONEJERO, M.A.; FERREIRA, T.F.; ORATI, R.A. Produção de trigo. In: ROSSI, R.M.; NEVES, M.F. (Coord.). **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004b. p. 90-128.

3 EXPERIMENTO 02(E2)

Reguladores de crescimento em diferentes doses afetando o trigo, cultivar Marfim.

3.1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar os reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio em diferentes doses, na cultivar Marfim, realizou-se um experimento na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, PR, no ano de 2009. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5 (reguladores x doses) com quatro repetições. Os tratamentos constaram dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio, aplicados nas doses de 0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g.ha⁻¹ e 0,0; 41,2; 82,5; 123,7 e 165,0 g.ha⁻¹, respectivamente, correspondendo a: 0, 150, 300, 450 e 600 mL.ha⁻¹ dos produtos comerciais, Moddus e Viviful respectivamente. Foram avaliadas características agrônômicas, os componentes de produção e a produtividade. O trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio se mostraram eficientes na redução do comprimento dos entrenós e da altura das plantas de trigo; promoveram aumento da massa de mil grãos e a produtividade aumentou linearmente com o aumento da dose de ambos os produtos. O prohexadione-cálcio mostrou resultados similares aos do trinexapac-ethyl com potencial de uso em trigo.

3.2 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo é de extrema importância para a sustentabilidade da produção de grãos no sul do Brasil. O rendimento da cultura é afetado por diversos fatores, sendo que a quantidade de nutrientes acumulados pela planta está entre os mais importantes. O nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo (DA ROS et al., 2003) e um dos mais utilizados na cultura visando aumento de produtividade. No entanto, o emprego de altas doses de nitrogênio, aliado a outras técnicas de manejo induz a formação de perfilhos e pode causar o acamamento, o que se reflete em menor qualidade e produtividade de grãos (MALAVOLTA e FORNASIERI FILHO, 1983; BARBOSA FILHO, 1991). Entre as estratégias de uso de altas doses de nitrogênio em trigo e/ou de cultivares de porte alto, visando minimizar os riscos de acamamento estão o uso de cultivares de porte baixo ou a aplicação de reguladores de crescimento (PENCKOWSKI, 2006).

Entre os reguladores de crescimento utilizados para reduzir o crescimento de plantas, o trinexapac-ethyl tem se destacado pela eficiência na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando o acamamento (AMREIN et al., 1989; KERBER et al., 1989; RADEMACHER, 2000; LOZANO et al, 2002; ZAGONEL et al., 2002; PENCKOWSKI, 2006). O produto atua no balanço das giberelinas, reduzindo drasticamente os níveis do ácido giberélico ativo (GA_1), responsável pelo crescimento das plantas (DAVIES, 1987), ao mesmo tempo em que aumenta acentuadamente seu precursor biossintético imediato (GA_{20}), que exerce pouca influência no crescimento das plantas.

A aplicação do trinexapac-ethyl interfere na inclinação das folhas, deixando estas eretas, que irá provavelmente resultar em melhor aproveitamento da intensidade luminosa. Esse efeito pode ser observado em média 15-20 dias após aplicação, sendo que esta inclinação pode variar de cultivar para cultivar e pode explicar em parte os ganhos significativos de produtividade em cultivares de porte baixo, com ou sem a ocorrência de acamamento (PENCKOWSKI et al, 2009).

Em experimentos realizados por ZAGONEL; VENÂNCIO; KUNZ (2002a) e ZAGONEL e FERNANDES (2007) foi verificada uma redução substancial da estatura de plantas, pelo encurtamento dos entrenós, com aumento de produtividade com o uso do trinexapac-ethyl, sem a ocorrência do acamamento.

Outro regulador de crescimento, que vem sendo testado principalmente em frutíferas é o prohexadione-cálcio, que reduz o crescimento dos ramos da macieira pelo bloqueio da síntese da atividade da giberelina, favorecendo a penetração da luz, reduzindo a poda e melhorando a produtividade e a eficiência dos tratamentos fitossanitários nos pomares (NAKAYAMA et al., 1992).

O prohexadione-cálcio apresenta como modo de ação a redução de ramos através da inibição da última etapa da biossíntese do ácido giberélico (GA_3), como é o caso da hidroxilação do GA_{20} em GA_1 (MACHADO et.al., 2007). Na cultura do trigo, resultados ainda não publicados mostram que o prohexadione-cálcio tem ação na estatura de plantas, reduzindo essa com o aumento da dose do regulador, mas esses resultados dependem da cultivar e a produtividade não foi afetada pelo uso do regulador (ZAGONEL, 2010 - informação pessoal).

Neste sentido realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar a influência dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio em diferentes doses em características agrônômica, componentes da produção e produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivar Marfim.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, PR, localizada no Segundo Planalto Paranaense, 25°05'31" latitude sul e 50°03'27" longitude leste, com altitude de 1025m. O solo no local é um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa (Embrapa, 2006), cuja análise, para amostragem de 0 a 10 cm, revelou os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) = 5,3; Ca^{++} = 4,4 cmol dm^{-3} ; Mg^{++} = 2,0 cmol dm^{-3} ; K = 0,56 cmol dm^{-3} ; P = 14,7 mg dm^{-3} ; C = 25 g dm^{-3} ; H + Al = 4,96 cmol dm^{-3} , Al^{+++} = 0,0 %; CTC (pH 7,0) = 11,92; V% = 58,4; argila = 460 g kg^{-1} ; silte = 179 g kg^{-1} ; areia = 361 g kg^{-1} . Para amostragem de 10 a 20 cm, revelou os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) = 5,1; Ca^{++} = 3,2 cmol dm^{-3} ; Mg^{++} = 2,3 cmol dm^{-3} ; K = 0,36 cmol dm^{-3} ; P = 4,3 mg dm^{-3} ; C = 21 g dm^{-3} ; H + Al = 5,76 cmol dm^{-3} , Al^{+++} = 0,0 %; CTC (pH 7,0) = 11,62 cmol dm^{-3} ; V% = 50,4. Segundo Koppen, o clima de Ponta Grossa é classificado como Cfb, ou seja, clima temperado, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C

e no mês mais quente abaixo de 22°C . A precipitação média anual é de 1600 mm a 1800 mm (IAPAR, 2010).

O sistema de plantio utilizado foi o plantio direto na palha, sucedendo a cultura do milho. A semeadura foi realizada mecanicamente em fileiras espaçadas de 0,17m, no dia 07/07/09, semeando-se em média 60 a 65 sementes por metro da cultivar Marfim. A adubação de base constitui de 300 kg.ha⁻¹ da formulação comercial 05-25-25 e 90 kg/ha de nitrogênio em cobertura na forma de uréia, aplicado manualmente no início do perfilhamento.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com dez tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5 (reguladores x doses) com quatro repetições. As parcelas foram compostas de 16 linhas de 5,0 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 10 fileiras centrais de cada parcela com 4,0 m de comprimento.

Os tratamentos constaram de dois reguladores de crescimento (trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio), aplicados nas doses de 0,0; 150,0; 300,0; 450,0 e 600,0 mL.ha⁻¹ dos produtos comerciais Moddus e Viviful.

A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 02/09/09, momento em que a cultura estava entre o primeiro e o segundo nó visível - estágio 31 da escala de ZADOKS et al. (1974). Para a aplicação utilizou-se um pulverizador costal, calibrado a uma pressão constante de 206,85 kPa, pelo CO₂ comprimido, com 5 pontas de jato plano espaçadas de 0,5m e volume de calda de 200 L/ha.

Os tratos culturais consistiram da aplicação de tiametoxam + lambdacialotrina para o controle de pragas e para o controle das doenças foram realizadas aplicações de piraclostrobina + epoxiconazol.

Na fase da antese da cultura coletou-se 10 plantas de uma mesma fileira nas parcelas, para avaliações do número de perfilhos por planta e de folhas verdes por planta; o comprimento e a largura da folha bandeira; altura da planta mãe e comprimento dos entrenós, com o auxílio de trena.

O número de espigas/m foi avaliado através da coleta das plantas de um metro de fileira de cada parcela. A partir destas plantas avaliou-se o número de espiguetas por espiga, o número de grãos por espigueta, o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos. Avaliou-se também o diâmetro de dez colmos utilizando-se um paquímetro digital.

A colheita manual das parcelas foi realizada em 19/11/09, com o auxílio de foices. A produtividade foi determinada pela produção da área útil das parcelas, com umidade corrigida para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias dos reguladores comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as doses dos reguladores por regressão polinomial.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio promoveram alterações tanto em características agrônômicas como na produtividade do trigo não sendo observadas interações entre os reguladores e doses para todas as variáveis analisadas.

Na Tabela 1 pode-se observar que não ocorreram diferenças significativas entre os reguladores de crescimento e nem entre as doses dos mesmos para o número de perfilhos, um resultado similar ao observado por PENCKOWSKI et al. (2009). Porém, ZAGONEL et al. (2002a) observaram diferenças no número de perfilhos de plantas de trigo em experimentos realizados na mesma região, e atribuem a variabilidade no número de perfilhos à época de contagem dos mesmos, visto que os reguladores em geral são aplicados após a emissão do número máximo de perfilhos e portanto, sem efeitos diretos no número desses.

O número de folhas por planta diferiu entre os reguladores (Tabela 1), onde o trinexapac-ethyl apresentou maior número de folhas verdes por planta em relação ao prohexadione-cálcio, mas sem efeito de doses. Em experimento realizado por FERNANDES (2009), o número de folhas aumentou com a aplicação de regulador de crescimento diferindo dos resultados do presente trabalho. Como o fotoperíodo e a cultivar exercem efeito pronunciado no número de folhas do colmo principal (SLAFER; CONNOR e HALLORAM, 1994), provavelmente a não resposta do número de folhas ocorreu em função da cultivar utilizada, que foi diferente da utilizada no experimento realizado por FERNANDES (2009). O prohexadione-cálcio causou leve redução do número de folhas, mas não no comprimento e largura das mesmas, que não diferiram entre os reguladores (Tabela 1).

Alguns trabalhos mostram que o trinexapac-ethyl promove redução do comprimento da folha bandeira e também da altura de plantas, fatores que modificam a arquitetura das plantas, deixando-as com menor porte e com folhas mais eretas. Esses fatores podem auxiliar na interceptação da radiação solar sem que ocorra competição intraespecífica, podendo resultar em aumento de produtividade (BERTI et al, 2007; ZAGONEL e FERNANDES, 2007). FERNANDES (2009) observou para as cultivares Safira, OR-1 e BRS 208, que o comprimento da folha bandeira foi reduzido com a utilização de trinexapac-ethyl, mostrando que a resposta à diminuição do comprimento da folha bandeira com aplicação de trinexapac-ethyl é verificado em diversas cultivares.

No presente trabalho, o comprimento da folha bandeira foi similar entre os reguladores de crescimento, mas respondeu de forma quadrática ao aumento da dose dos mesmos (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de perfilhos por planta, número de folhas verdes por planta, comprimento da folha bandeira (cm), largura da folha bandeira (cm) e altura da planta mãe (cm) em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses na cultura do trigo. Ponta Grossa, PR. 2009.

Reguladores	Nº Perfilhos	Nº Folhas	Compr. FB (cm)	Larg. FB (cm)
1. trinexapac-ethyl	1,8 a	5,9 a	23,2 a	1,2 a
2. proexadione-cálcio	1,8 a	4,9 b	23,1 a	1,1 a
Dose (pc/ml/ha)¹				
1. 0	1,6	5,2	24,2	1,1
2. 150	1,6	4,8	23,7	1,3
3. 300	1,9	6,0	22,1	1,1
4. 450	1,7	4,9	22,7	1,2
5. 600	2,0	5,7	23,1	1,3
Regressão	NS	NS	Q	NS
C.V.(%)	36,4	22,9	6,4	15,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); ¹Dose por hectare do produto comercial; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo; Comp. FB = $24,382143 - 0,0100369x + 0,00001321x^2$.

Ocorreu decréscimo linear da altura das plantas de trigo em função do aumento das doses dos dois reguladores de crescimento, que mostraram altura similar entre si (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os observados por diversos autores (MATYSIAK, 2006; PENCKOWSKI, 2006; ZAGONEL et al., 2002a; ZAGONEL et al. 2002b; ESPINDULA, 2007; FACIN, 2007; MOTTER, 2007) que também observaram diminuição linear da altura de plantas com o aumento da dose do trinexapac-ethyl, ou regressão quadrática com decréscimo inicial mais acentuado. A redução da estatura das plantas com trinexapac-ethyl também foi verificada para arroz (*Oryza sativa* L.) (ALVAREZ et al., 2007), azevém (*Lolium perenne* L.) (BORM

e VAN DEN BERG, 2008) e soja (*Glycine max* L.) (LINZMEYER JÚNIOR et al., 2008). NAKAYAMA et al. (1990) observaram menor crescimento de plantas de arroz com aplicação de prohexadione-cálcio, sendo que diversos autores observaram redução de crescimento dos ramos em cultivares de macieira (FERREIRA et al., 2008a; FERREIRA et al. 2008b; TUKAMOTO, et al. 2008), mostrando efeito desse regulador sobre estas culturas, o que também foi observado no trigo (Tabela 2). Os resultados confirmam a efetividade do trinexapac-ethyl na redução da altura de plantas e mostram que o prohexadione-cálcio exerce um efeito similar.

Para o comprimento dos entrenós, exceto pelo último, o prohexadione-cálcio promoveu encurtamento superior ao do trinexapac-ethyl, não suficiente para afetar de maneira substancial a altura de plantas. Para as doses dos reguladores, observou-se resposta somente do último entrenó, com resultado em equação quadrática (Tabela 2).

Tabela 2 - Comprimento do 1º, 2º, 3º e 4º entrenó (cm), do trigo em função de reguladores de crescimento aplicados diferentes doses. Ponta Grossa, PR. 2009

Regulador de Crescimento	Altura (cm)	1º entrenó (cm)	2º entrenó (cm)	3º entrenó (cm)	4º entrenó (cm)
1. trinexapac-ethyl	65,2 a	6,8 a	11,1 a	18,1 a	31,4 a
2. proexadione-cálcio	64,5 a	6,1 b	10,1 b	16,7 b	29,7 a
Dose (pc/ml/ha)¹					
1. 0	64,1	6,7	11,0	18,4	29,8
2. 150	64,9	6,4	10,9	17,2	30,3
3. 300	68,6	6,8	11,0	18,0	33,2
4. 450	64,3	6,0	9,8	16,5	32,5
5. 600	61,5	6,3	10,3	17,0	26,8
Regressão	L	NS	NS	NS	Q
C.V.(%)	5,15	16,04	13,23	9,78	10,75

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo; Altura = $66,432500 - 0,0051667x$; 4º entrenó = $28,955000 + 0,0281833x - 0,00005111x^2$.

Não ocorreram diferenças significativas entre os reguladores ou efeito dos mesmos no número de espigas por metro, de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas (Tabela 3). Para o número de grãos por espiga, o trinexapac-ethyl mostrou maior número em relação ao prohexadione-cálcio, porém sem efeito de doses. Em relação ao número de espigas por metro, resultados similares foram observados por PENCKOWSKI et al(2009) e ZAGONEL e FERNANDES (2007), porém, ZAGONEL et al. (2002a), observaram diferença no número de espigas por metro em relação as diferentes doses de trinexapac-ethyl. Quanto ao número de

espiguetas por espiga outros autores (ZAGONEL e FERNANDES, 2007) também obtiveram resultados similares. Em contrapartida, ZAGONEL et al. (2002a) e MOTTER (2007), observaram maior número de espiguetas por espiga com a aplicação do regulador de crescimento. PENCKOWSKI et al (2009) observaram maior número de grãos por espiguetas com a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl.

PENCKOWSKI et al. (2009) também não observaram diferença para grãos por espiga. Mas, MATYSIAK (2006) e ZAGONEL et al., 2002b observaram um aumento do número de grãos por espiga em experimentos com trinexapac-ethyl. Os resultados do presente trabalho e dos autores citados mostram que existem variações nos componentes da produção, mas a resposta não é constante e varia com o ano de cultivo, clima, tratamentos culturais, entre outros fatores.

Tabela 3 - Número de espigas por metro, de espiguetas por espiga, de grãos por espiguetas e de grãos por espiga, do trigo em função de reguladores de crescimento aplicados diferentes doses. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de Crescimento	Espigas/m	Espiguetas/espiga	Grãos/espiguetas	Grãos/espiga
1. trinexapac-ethyl	76,9 a	15,1 a	2,5 a	36,7 a
2. proexadione-cálcio	75,3 a	14,6 a	2,5 a	35,2 b
Dose (g/ha)¹				
1. 0	69,6	15,0	2,5	36,8
2. 150	82,9	14,4	2,4	33,1
3. 300	72,5	15,1	2,6	37,7
4. 450	79,3	14,7	2,4	34,9
5. 600	76,3	15,0	2,6	37,3
Regressão	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	18,76	5,95	4,54	6,34

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de DMS ($p < 5\%$); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo.

A aplicação dos reguladores de crescimento não influenciou o diâmetro dos colmos (Tabela 4), resultado também observado por PENCKOWSKI et al.(2009), ZAGONEL et al. (2002a) e MATYSIAK (2006). Em estudos na Argentina realizados por LOZANO e LEADEN (2001), foi verificado que o trinexapac-ethyl promove maior espessamento do tecido esclerenquimático, o que resulta no aumento do diâmetro interno do colmo após sua aplicação. Segundo esses autores, o espessamento interno do caule pode ocorrer sem afetar o diâmetro externo, o que provavelmente ocorreu no presente trabalho.

A massa de mil grãos (MMG) não diferiu entre os reguladores de crescimento (Tabela 4). Para as doses dos mesmos ocorreu uma resposta quadrática da MMG com o aumento das mesmas, com valores máximos obtidos na dose de 300 g/mL.ha⁻¹. FACIN (2007), ZAGONEL et al. (2002a) e MOTTER (2007) também observaram maior MMG com o aumento das doses de trinexapac-ethyl, mas uma resposta inversa foi observada por PENCKOWSKI et al. (2009) e MATYSIAK (2006), o que os autores atribuem as variações nos resultados da MMG às alterações no número de grãos por área.

Para a produtividade não foi observada diferença entre os reguladores (Tabela 4). Com o aumento da dose dos reguladores ocorreu um aumento linear da produtividade, sendo que vários autores também observaram esse aumento, mesmo na ausência de acamamento (PENCKOWSKI et al., 2009; BERTI et al., 2007; ZAGONEL e FERNANDES, 2007; MATYSIAK, 2006; ZAGONEL et al., 2002a; ZAGONEL et al., 2002b; LOZANO e LEADEN, 2001). Outros autores, no entanto, não observaram diferenças significativas na produtividade (FACIN, 2007; MOTTER, 2007). O aumento de produção causado pelo trinexapac-ethyl é atribuído às mudanças na arquitetura foliar das plantas, especialmente da angulação da folha bandeira, que fica mais ereta (LOZANO e LEADEN, 2001) e também pela melhor distribuição de fotoassimilados para os grãos, já que a altura e a massa das plantas diminuem (ZAGONEL e FERNANDES, 2007). Assim, a maior produtividade observada no presente trabalho, resultado da aplicação do trinexapac-ethyl e do prohexadione-cálcio pode ser atribuída em parte às mudanças na altura das plantas, com consequente alteração da arquitetura das mesmas, já que não ocorreu acamamento.

Tabela 4 - Diâmetro de colmo (cm), massa de mil grãos e produtividade do trigo em função de reguladores de crescimento aplicados diferentes doses. Ponta Grossa, PR. 2009.

Regulador de Crescimento	Diâmetro (cm)	MMG (g)	Produtividade (kg/ha)
1. trinexapac-ethyl	3,2 a	28,3 a	2.151,4 a
2. prohexadione-cálcio	3,2 a	26,2 a	1.983,2 a
Dose (pc/ml/ha)¹			
1. 0	3,1	25,4	1.727,6
2. 150	3,2	26,8	1.950,4
3. 300	3,2	30,1	2.134,4
4. 450	3,1	27,4	2.344,8
5. 600	3,4	26,7	2.179,4
Regressão	NS	Quadrática	Linear
C.V.(%)	6,28	12,79	16,09

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); ¹Dose do produto comercial por hectare; C.V.= coeficiente de variação; NS = não significativo; $MMG = 25,166 + 0,02154x - 0,000032x^2$; $Produtividade = 1807,7 + 0,86525x$.

3.5 CONCLUSÕES

O trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio se mostraram eficientes na redução do comprimento dos entrenós e da altura de plantas trigo.

Os reguladores de crescimento promoveram aumento da massa de mil grãos e a produtividade aumentou linearmente com o aumento da dose de ambos os produtos.

O prohexadione-cálcio mostrou resultados similares aos do trinexapac-ethyl com potencial de uso em trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMREIN, J.; RUFENER, M.; QUADRANTI, M. The use of CGA 163'935 as a growth regulator in cereals and oil seed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.

ALVAREZ, R. de C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.D.; ALVAREZ, A.C.C. Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1487-1496, 2007.

BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.

DA ROS, C.O.; SALET, R.L.; PORN, R.L.; MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, no. 5, p. 799-804, 2003.

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

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Ed. Brasília: Embrapa, 2006.

ESPINDULA, M. C. **Adubação nitrogenada e redutores de crescimento na cultura do trigo**. 2007. 73 f. (Mestrado em Fitotecnia). Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FACIN, A. **Efeito do uso do regulador de crescimento Trinexapac-ethyl no acamamento e rendimento da cultura do trigo (*Triticum aestivum*)**, 2007. Trabalho de conclusão do curso de Agronomia - Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Cascavel, 2007.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Ponta Grossa: 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

FERREIRA, N. C.; SANTOS, V. J. N.; SALVADOR, R. N. **Controle do crescimento da macieira Cv. Royal Gala com a aplicação de Viviful (Prohexadione-cálcio).** CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Vitória, 2008.

KERBER, E.; LEYPOLD, G.; SEILER, A. CGA 163'935 a new plant growth regulator for small grain cereals, rape and turf. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. P.83-8.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D. dos; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

LOZANO, C. M.; LEADEN, M. I. **Novedades sobre el uso de reguladores de crecimiento en trigo.** Jornadas de actualización profesional: Trigo 2001, p. 34-35, 2001.

LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.;COLABELLI, M.N. **Efecto de *Trinexapac ethyl* sobre la morfología del tallo em dos cultivares de trigo.** In: CONGRESSO NACIONAL DE TRIGO, 5 e SIMPÓSIO NACIONAL DE CEREALES DE SIEMBRA OTOÑO INVERNAL, 3. Argentina, Inta, 2002.

MALAVOLTA, E. & FORNASIERI FILHO, D. **Nutrição mineral da cultura do arroz.** In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T. & MALAVOLTA, E., eds. Cultura do arroz de sequeiro: Fatores afetando a produtividade. Piracicaba, Instituto da Potassa e do Fosfato, 1983. p.95-140.

MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan v. 46, n. 2, p. 133-143, 2006.

MOTTER, L. **Influência da adubação nitrogenada e de etil-trinexapac no crescimento e produtividade do trigo**, 2007. Tese de Mestrado no Curso de Agronomia pela Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2007.

NAKAYAMA, K.; KAMIAY, Y.; KOBAYASHI, M.; ABE, H.; SAKURAI, A. Effects of a plant-growth regulator, prohexadione, on the biosynthesis of gibberellins in cell free systems derived from immature seeds. **Plant Cell Physiology**, v. 31, n. 8, p. 1183-1190, 1990.

NAKAYAMA, I. M.; KALAYASHI, M.; KAMIYA, Y.; ABEL, H.; SAKURI, A. Effects of plant growth regulator, prohexadione-calcium (Bx-112), on the endogenous levels of giblerellus in Rice. **Plant cell Physiol.** 33 (1) 59 -61, 1992.

PENCKOWSKI, L. H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

PENCKOWSKI, L. P.; ZAGONEL, Z.; FERNANDES, E. C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 473-479, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin bioproduction synthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531. 2000.

TUKAMOTO, H.M.; SANTOS, V.J.N.; FERREIRA, N.C.; SALVADOR, R.N. **Controle do crescimento da macieira cv. Fuji com a aplicação de Viviful(Prohexadione-cálcio)**; Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2008.

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

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002 a.

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 OR1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 25-29, 2002b.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

4 EXPERIMENTO 03 (E 03)

Reguladores de crescimento aplicados em diferentes épocas na cultura do trigo, cultivar Marfim.

4.1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de três reguladores de crescimento aplicados em duas épocas em componentes de produção, características agronômicas e produtividade da cultivar de trigo Marfim, realizou-se um experimento no ano de 2009, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, PR. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 (reguladores x épocas aplicação). Os reguladores foram aplicados nas doses de 125 g.ha⁻¹ de trinexapac-ethyl; 137,5 g.ha⁻¹ de prohexadione-cálcio e 125 g.ha⁻¹ de cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, correspondente a 500 mL.ha⁻¹ dos produtos comerciais Moddus, Viviful e Pix respectivamente. Os tratamentos constaram de duas épocas de aplicação, entre o 1º e o 2º e entre o 2º e o 3º nó perceptível, dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl, prohexadione-cálcio, cloreto 1,1-dimetil piperidíneo e sem regulador. O trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio promoveram diminuição da altura das plantas sem afetar o diâmetro do colmo e a produtividade. O cloreto 1,1-dimetil piperidíneo não afetou a altura de plantas, promoveu aumento do número de folhas por planta, mas sem efeitos significativos sobre componentes de produção e na produtividade. O prohexadione-cálcio mostrou resultados similares aos do trinexapac-ethyl para as características avaliadas, com potencial de uso em trigo.

Palavras-chave: acamamento, trinexapac-ethyl, prohexadione-cálcio, cloreto 1,1-dimetil piperidíneo; *Triticum aestivum*.

4.2 INTRODUÇÃO

Atualmente, em função do clima o trigo é a única cultura de grande porte economicamente viável para o cultivo de inverno nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. De abril a setembro existe, para esses Estados, uma área potencial de três milhões de hectares para o cultivo do trigo. Levando em conta uma produtividade de duas toneladas por hectare, o potencial de produção de trigo “pão” é de seis milhões de toneladas por ano, que representa quase a metade do consumo anual do país (EMBRAPA, 2011).

O interesse em maximizar o rendimento de trigo e melhorar sua qualidade leva a utilização de modernas práticas culturais. Dentre estas práticas destacam-se a semeadura na época recomendada, espaçamento e densidade de sementes adequada a cada cultivar, racionalidade na aplicação de adubos, controle de doenças, de pragas e do acamamento de plantas (MUNDSTOCK, 1999).

O acamamento causa severos danos no rendimento e na qualidade dos grãos (CARVALHO, 1982) e entre as técnicas de manejo para evitá-lo está o uso de reguladores de crescimento.

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas que, quando aplicadas nas plantas afetam processos metabólicos, especialmente reduzindo a concentração do ácido giberélico. De acordo com TAIZ e ZEIGER (2004), o ácido giberélico ou giberelina é o hormônio vegetal promotor da divisão e expansão celular. Com a redução da concentração desse hormônio, a divisão e a expansão celular são diminuídas, consequentemente, o crescimento das plantas é menor, resultando em plantas mais compactas (JOST e DOLLAR, 2004).

O uso de reguladores de crescimento, como o trinexapac-ethyl tem-se mostrado efetivo na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando o acamamento. Resultados mostram que o trinexapac-ethyl reduz o comprimento dos entrenós, deixando as plantas com menor altura e evitando o acamamento, mesmo com altas doses de nitrogênio (ZAGONEL, 2003). Resultados também mostram que o produto em geral promove aumento de produtividade, visto que a redução de altura e da massa das plantas se reflete em maior distribuição de fotoassimilados para os grãos (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

O trinexapac-ethyl é absorvido pelas folhas e translocado até os nós do colmo, atuando no balanço das giberelinas e afetando a elongação dos entrenós

(KERBER; LEYPOLD; SEILER, 1989). Atua reduzindo a elongação dos entrenós no estágio vegetativo, interferindo no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico ativo (GA_1), aumentando acentuadamente seu precursor biossintético imediato GA_{20} (DAVIES, 1987).

A redução da altura de plantas está associada ao estágio de crescimento do trigo no momento da aplicação do trinexapac-ethyl (LOZANO; LEADEN; COLABELLI, 2001). A metodologia de utilização do trinexapac-ethyl em trigo se define com a recomendação de aplicação entre o 1º e o 2º nó perceptível. Portanto, aplicações em estádios de crescimento anteriores ao recomendado provocam pequeno efeito na estatura de planta, pois o efeito redutor ocorre principalmente nos primeiros entrenós, que por natureza já são curtos. Aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho de plantas, pois o efeito maior ocorre sobre os entrenós superiores, que são longos em detrimento do engrossamento da base da planta. O estágio de aplicação pode variar em até 10 dias, dependendo da cultivar, região e clima (PENCKOWSKI, 2009).

Atualmente o trinexapac-ethyl é utilizado visando o acamamento em cultivares de porte alto e em menores doses específicas visando o aumento de produtividade das principais cultivares em uso (PENCKOWSKI, 2010). Como esse produto atualmente é o único registrado para uso em trigo e existem outros reguladores no mercado, com o mesmo modo de ação ou não, sendo utilizado em outras culturas, o uso desses reguladores pode constituir em mais opções de uso no trigo. Entre esses reguladores estão o prohexadione-cálcio (Viviful), atualmente utilizado na cultura da maçã, que visa redução do crescimento dos ramos, com ação dependente da dose, do vigor, da idade da planta e da sensibilidade da cultivar (BASAK e RADEMACHER, 1998). Esse produto também tem sua ação como fonte inibidora da síntese das giberelinas (GREENE, 1999) e resultados experimentais na cultura do trigo mostram que o produto reduz a estatura das plantas com efeitos positivos na redução do acamamento (ZAGONEL - informação pessoal). Outro regulador de crescimento em teste para outras culturas é o cloreto 1,1-dimetil piperidíneo (Pix), atualmente utilizado na cultura do algodão. É um composto orgânico, solúvel em água, que apresenta-se como uma solução aquosa, incolor e inodora (CRUZ et al., 2002). É um produto sistêmico, absorvido principalmente pelas partes verdes da planta (REDDY et al., 1995). De acordo com REDDY et al. (1995),

esse regulador é translocado de forma ascendente e descendente pelo xilema e floema de maneira uniforme, não sendo degradado nas plantas de algodão. Pertencente ao grupo dos bioreguladores inibidores da síntese do ácido giberélico, é absorvido pelas folhas atuando sistematicamente em toda a planta, com a função de interferir nos processos fisiológicos, visando melhor aproveitamento do potencial genético destas plantas. Atua na redução do crescimento vegetativo, propiciando que a planta apresente uma arquitetura planejada permitindo melhor aeração e penetração dos inseticidas, acaricidas e fungicidas, resultando em melhor controle de pragas e doenças. Com o cloreto 1,1-dimetil piperidíneo pode ser favorecido o equilíbrio entre as partes vegetativas e reprodutivas da planta, e com melhor aproveitamento de assimilados pelos frutos (BELTRÃO, 1998). Atualmente o produto ainda não foi avaliado na cultura do trigo.

Nesse sentido realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de três reguladores de crescimento, aplicados em duas épocas em características agrônômicas, componentes da produção e produtividade da cultura do trigo, cultivar Marfim.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 2009, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, município de Ponta Grossa, PR. Localizada nas coordenadas de 25° 05'49" latitude sul, 50° 03'11" de longitude leste e altitude de 1.025 m.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 (reguladores de crescimento x épocas de aplicação), com quatro repetições. As parcelas foram compostas de 16 fileiras de 5,0 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 10 fileiras centrais com 5,0 metros de comprimento, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade das fileiras.

Foi utilizada a cultivar Marfim, de ciclo precoce, com formação de espigas em média aos 68 dias após emergência e maturação com 122 dias após emergência. É de hábito vegetativo semiereto, plantas de porte médio com 75 cm de altura e moderadamente suscetível ao acamamento. Os grãos são de cor vermelha, semiduros e com massa média de peso de 37 g por mil sementes. Essa cultivar é

recomendada para o cultivo na região sul e Estado do Paraná, incluindo o município de Ponta Grossa (OR SEMENTES, 2010).

O sistema de cultivo utilizado foi o plantio direto na palha, sendo milho a cultura antecessora, com semeadura do trigo realizada no dia 7 de julho de 2009 e a emergência das plantas ocorrida no dia 18 de julho de 2009. Foram semeados 140 kg.ha⁻¹ de sementes da cultivar Marfim, com um espaçamento de 0,17 m entre linhas e profundidade de 3 a 4 cm. Adubação de semeadura consistiu da aplicação de 300 kg.ha⁻¹ da formulação comercial 05-25-25 e a adubação de cobertura com aplicação manual de 90 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, no início do perfilhamento.

O controle de doenças foi realizado com três aplicações de epoxiconazol + piraclostrobin adicionado de óleo mineral. O controle de pragas realizado com duas aplicações de labda-cialotrina + thiamethoxam. Para o controle de plantas daninhas utilizou-se glifosato em pré-semeadura e em pós- emergência iodosulfuron metil sodium.

Os tratamentos constaram de reguladores de crescimento (cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, prohexadione-cálcio, trinexapac-ethyl e sem aplicação), aplicados em duas épocas, entre o 1º e o 2º nó perceptível e entre o 2º e o 3º nó perceptível. Os reguladores foram aplicados nas doses de 125 g.ha⁻¹ de trinexapac-ethyl; 137,5 g.ha⁻¹ de prohexadione-cálcio e 125 g.ha⁻¹ de cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, correspondente a 0,5 L.ha⁻¹ dos produtos comerciais Moddus, Viviful e Pix, respectivamente.

A primeira aplicação ocorreu no dia 12/09/09, com as plantas de trigo entre o 1º e o 2º nó perceptível (estádio 31 da escala de ZADOKS et al., 1974), e a segunda no dia 23/09/09 com as plantas entre o 2º e o 3º nó perceptível (estádio 33 da escala de ZADOKS et al., 1974). As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal, à pressão constante de 206,85 kPa, pressurizado pelo CO₂ comprimido, com barra de 2,5 m de largura e cinco bicos com pontas de jato plano leque XR 110-02, distanciados de 0,50 m. Aplicou-se o volume equivalente a 200 L.ha⁻¹ de calda.

Na fase de antese da cultura foi avaliado o número de perfilhos por planta, número de folhas por planta, área foliar por planta, massa seca de folhas e colmo por planta, comprimento e largura da folha bandeira e das duas folhas abaixo desta, altura da planta mãe e comprimento dos entrenós. Para estas avaliações foram

coletadas 10 plantas por parcela. Para medir a largura e comprimento das folhas, altura da planta e comprimento dos entrenós fez-se uso de régua e trena. A área foliar foi determinada utilizando-se o aparelho digital LICOR 3100, medindo-se separadamente as folhas bandeira, bandeira menos um e bandeira menos dois da planta mãe e das folhas dos perfilhos. Quando os grãos atingiram o ponto de colheita, procedeu-se, no dia 24 de novembro de 2009 a colheita das plantas em um metro de fileira para avaliação dos componentes de produção. Avaliou-se o número de espigas em um metro de fileira de cada parcela e, desse metro coletado avaliou-se: número de espiguetas por espiga, número de grãos por espigueta de dez espigas, o diâmetro de dez colmos coletados aleatoriamente, utilizando-se um paquímetro digital e também o peso de mil grãos. Procedeu-se também a colheita manual das plantas com o auxílio de foices para determinar a produtividade pela produção da área útil de cada parcela, tendo sua umidade corrigida para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste da DMS (t teste) a 5% de probabilidade.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os reguladores de crescimento e épocas de aplicação não influenciaram o diâmetro dos colmos (Tabela 1). Uma resposta similar foi observada por ZAGONEL et al. (2002 a), FERNANDES (2009), PENCKOWSKI (2009) e MATYSIAK (2006). Em estudos na Argentina por LOZANO e LEADEN (2001) foi observado aumento do diâmetro do caule com o uso de trinexapac-ethyl. Os autores observaram que o produto promoveu aumento do diâmetro interno do caule, pelo espessamento do tecido esclerenquimático. No entanto, foi verificado que esse aumento do diâmetro interno do caule pode ou não se refletir no diâmetro externo, como foi observado no presente trabalho e também pelos autores supracitados.

A altura da planta mãe não diferiu entre as épocas de aplicação dos reguladores, mas sim entre os reguladores (Tabela 2). Tanto trinexapac-ethyl como prohexadione-cálcio promoveram redução da altura de plantas, que foi mais acentuada em relação à testemunha e ao cloreto 1,1-dimetil piperidíneo. ZAGONEL e FERNANDES (2007) aplicando trinexapac-ethyl entre o 1º e o 2º nó ou entre o 2º e o 3º nó perceptível nas cultivares de trigo OR-1, CD-104 e CEP-24, observaram

menor altura das plantas que receberam a aplicação mais tardia do regulador, atribuindo esse resultado ao efeito do produto ser mais acentuado em aplicações tardias por atuar nos nós que se formam mais tarde, os mais longos. No presente trabalho houve efeito do trinexapac-ethyl e do prohexadione-cálcio na altura das plantas, mas sem efeito da época de aplicação.

Tabela 1 - Diâmetro do colmo do trigo em função dos reguladores de crescimento aplicados em diferentes épocas. Ponta Grossa, PR, 2009.

<u>Época de aplicação</u>	<u>Diâmetro do colmo (mm)</u>
1. Época 1	2,89 a
2. Época 2	2,95 a
<u>Regulador de crescimento</u>	
1. Testemunha	2,85 a
2. trinexapac-ethyl	2,96 a
3. prohexadione-cálcio	2,96 a
4. cloreto dimetil piperidíneo	2,91 a
C.V. (%)	4,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Para nenhum dos entrenós foi observado efeito da época de aplicação sobre comprimento dos mesmos (Tabela 2). Entre os reguladores, apenas para o 3º e 4º entrenós ocorreu diferença de comprimento, onde o trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio causaram maior redução em relação ao cloreto 1,1-dimetil piperidíneo, que veio a se refletir na menor altura de plantas.

Tabela 2 - Altura da planta-mãe e comprimento dos entrenós do trigo em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes épocas. Ponta Grossa, PR, 2009.

<u>Época de aplicação</u>	<u>Altura (cm)</u>	<u>Base-1º nó (cm)</u>	<u>1º- 2º nó (cm)</u>	<u>2º- 3º nó (cm)</u>	<u>3º- 4º nó (cm)</u>
1. Época 1	66,2 a	6,0 a	9,7 a	15,9 a	34,3 a
2. Época 2	65,6 a	6,2 a	10,1 a	16,7 a	31,7 a
<u>Regulador de crescimento</u>					
1. Testemunha	67,0 a	6,5 a	10,0 a	17,3 a	33,2 ab
2. trinexapac-ethyl	63,0 b	6,4 a	10,1 a	17,0 a	31,1 b
3. prohexadione-cálcio	62,4 b	5,5 a	9,5 a	15,6 a	31,9 b
4. cloreto dimetil piperidíneo	69,3 a	6,1 a	10,1 a	17,0 a	36,1 a
C.V. (%)	5,4	20,9	11,3	12,0	13,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Os reguladores aplicados nas diferentes épocas não promoveram mudanças significativas na área da folha bandeira e dos perfilhos (Tabela 3). Para a área foliar da planta mãe, a aplicação mais tardia (entre o 2º e o 3º entrenós) resultou em menor área, mas sem diferença entre os reguladores. Resultados diferentes foram

observados por FERNANDES (2009) e DUDA (2007), em que foram avaliados populações de plantas, reguladores de crescimento e cultivares de trigo e mostraram que o trinexapac-ethyl não interferiu na área foliar.

Tabela 3 - Área foliar por planta mãe, dos perfilhos e da folha bandeira(FB) na cultivar de trigo em função de reguladores de crescimento aplicados em diferentes épocas. Ponta Grossa, PR, 2009.

<u>Época de aplicação</u>	<u>Área foliar FB (cm²)</u>	<u>Área foliar Planta-mãe (cm²)</u>	<u>Área foliar Perfilhos (cm²)</u>
1. Época 1	81,5 a	143,3 a	114,1 a
2. Época 2	84,7 a	122,1 b	174,1 a
<u>Regulador de crescimento</u>			
1. Testemunha	86,7 a	130,2 a	147,9 a
2. trinexapac-ethyl	80,9 a	132,4 a	137,9 a
3. prohexadione-cálcio	78,8 a	132,9 a	140,4 a
4. cloreto-dimetil piperidíneo	86,0 a	136,2 a	150,3 a
C.V. (%)	18,7	19,4	69,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

O comprimento e a largura das folhas não responderam à época de aplicação dos reguladores de crescimento e nem em relação aos reguladores (Tabela 4.). FERNANDES (2009) observou alteração do comprimento das folhas com o uso do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nas cultivares Safira e OR-1, mas não na BRS-208. Para largura de folha, a BRS-208 mostrou uma diminuição significativa com o uso do regulador, não sendo significativo para Safira e OR-1. O autor atribui isso às características de cada cultivar, que podem ser alteradas devido às condições climáticas ou técnicas de manejo empregadas, como a utilização do regulador de crescimento.

Tabela 4 - Comprimento e largura FB, FB-1 e FB-2 em função de reguladores de crescimento e épocas de aplicação. Ponta Grossa, PR. 2009.

<u>Época de Aplicação</u>	<u>Comp. FB (cm)</u>	<u>Larg. FB (cm)</u>	<u>Comp. FB-1 (cm)</u>	<u>Larg. FB-1 (cm)</u>	<u>Comp. FB-2 (cm)</u>	<u>Larg. FB-2 (cm)</u>
1. Época 1	24,2 a	1,29 a	25,1 a	0,76 a	22,6 a	0,62 a
2. Época 2	25,5 a	1,29 a	24,6 a	0,85 a	22,7 a	0,60 a
<u>Regulador de crescimento</u>						
1. Testemunha	24,9 a	1,25 a	24,6 a	0,86 a	22,6 a	0,59 a
2. trinexapac-ethyl	24,5 a	1,27 a	25,4 a	0,74 a	22,6 a	0,55 a
3. prohexadione-cálcio	25,3 a	1,30 a	24,7 a	0,83 a	21,8 a	0,65 a
4. cloreto dimetil piperidíneo	24,6 a	1,34 a	24,6 a	0,77 a	23,4 a	0,64 a
C.V. (%)	7,0	13,7	5,8	18,4	6,2	16,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Os tratamentos com os reguladores de crescimento e épocas de aplicações não influenciaram o número de perfilhos por planta, de espiga por metro, de espiguetas por espiga e de grãos por espiga (Tabela 5). ZAGONEL et al. (2002a) observaram maior número de espigas por metro e de espiguetas por espiga com o uso de trinexapac-ethyl, resultando em maior produtividade, devido a maior massa de mil grãos e concluíram que em função do clima e da cultivar pode haver mudanças no número de grãos por área ou da massa de mil grãos. PENCKOWSKI (2009), também não observou diferença para grãos por espiga e MATYSIAK (2006) e ZAGONEL et al.(2002b) observaram um aumento do número de grãos por espiga pelo uso do trinexapac-ethyl. Os resultados do presente trabalho e dos autores supracitados mostram que existem variações nos componentes da produção, mas a resposta não é constante e varia com o ano de cultivo, clima, tratos culturais, entre outros fatores.

A aplicação de trinexapac-ethyl afeta os componentes de produção de forma distinta entre cultivares (BERTI, 2006). O aumento de produtividade com o uso do trinexapac-ethyl se deve então às mudanças morfológicas causadas pelo regulador de crescimento, que ao diminuir a altura das plantas as deixa com uma arquitetura mais adequada para aproveitar os recursos do meio, especialmente à radiação solar. Plantas menores redirecionam os fotoassimilados produzindo maior massa de grãos em relação à massa total da planta, o que é expresso pelo índice de colheita (ZAGONEL, 2006). Segundo Fernandes (2009), uma maior produtividade observada pode ser atribuída às mudanças na arquitetura das plantas causadas pelas diferenciações na altura de plantas e tamanho das folhas e em parte ao acamamento.

Em relação ao número de folhas por planta (Tabela 5), o tratamento com cloreto 1,1 dimetil piperidíneo apresentou maior número em relação ao prohexadione-cálcio, mas similar ao do trinexapac-ethyl e testemunha, porém não ocorreram diferenças com relação às épocas de aplicação dos reguladores.

Segundo BARBOSA (1983), a aplicação de cloreto 1,1 dimetil piperidíneo na cultura do algodão tende a reduzir a altura de plantas e o diâmetro da copa, porém sem afetar a área foliar e parâmetros da análise de crescimento do algodoeiro. Também para a massa de 100 sementes e porcentagem de fibras não ocorreu

variação com o uso de cloreto 1,1 dimetil piperidíneo. No caso do trigo esse regulador exerceu pouca influência em características agronômicas e nos componentes da produção.

Tabela 5 - Perfilhos por planta, folhas por planta, espigas por metro, espiguetas por espiga e grãos por espiga em função de reguladores de crescimento e épocas de aplicação. Ponta Grossa, PR. 2009.

<u>Época de aplicação</u>	<u>Perfilhos. planta (nº)</u>	<u>Folhas. planta (nº)</u>	<u>Espigas. m (nº)</u>	<u>Espiguetas. espiga (nº)</u>	<u>Grãos. espiga (nº)</u>
1. Época 1	1,45 a	5,06 a	53 a	12,1 a	27,7 a
2. Época 2	1,74 a	4,89 a	55 a	12,1 a	28,6 a
<u>Regulador de crescimento</u>					
1. Testemunha	1,23 a	4,85 ab	48 a	12,0 a	28,5 a
2. trinexapac-ethyl	1,40 a	4,59 ab	59 a	12,4 a	28,6 a
3. prohexadione-cálcio	1,39 a	4,56 b	58 a	12,4 a	28,2 a
4. cloreto dimetil piperidíneo	2,33 a	5,90 a	51 a	11,8 a	27,3 a
C.V. (%)	77,4	25,7	21,2	7,6	10,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

A massa de mil grãos (MMG) não apresentou diferença significativa entre os reguladores e as épocas de aplicação (Tabela 6), um resultado diferente do observado também por MATYSIAK (2006). ZAGONEL e KUNZ (2005) e BERTI (2006), em que a massa de mil grãos diminuiu com o uso do trinexapac-ethyl, em razão do aumento do número de grãos por metro quadrado no momento da aplicação do regulador. FERNANDES (2009), também não observou diferenças na MMG, relacionando isso com a cultivar e principalmente com o número de grãos por metro quadrado que é definido antes da MMG. Segundo MATYSIAK (2006), o número de grãos por espiga foi maior com a utilização de trinexapac-ethyl no ano de 2002, em condições normais de precipitação. Porém, no ano de 2003, onde os valores de precipitação estiveram muito abaixo dos valores dos últimos anos, o número de grãos por espiga não foi influenciado pelo uso do trinexapac-ethyl. Rajala (2003) cita que o trinexapac-ethyl e outros reguladores de crescimento promovem aumento ou do número de grãos por espiga ou da massa de grãos a ponto de interferir na produtividade. Entretanto, o efeito desses varia com a cultivar, especialmente relacionado à sua altura e sensibilidade ao fotoperíodo. Esses fatores, segundo Berti (2006), explicam o comportamento diferencial das cultivares em relação aos componentes de produção.

A produtividade não foi afetada pela aplicação dos reguladores de crescimento e nem pela época de aplicação dos mesmos. Segundo PENCKOWSKI (2009), as cultivares de trigo respondem de forma diferente a aplicação do trinexapac-ethyl e a aspectos ligados a características intrínsecas das variedades, textura de solo, nível de fertilidade e condições climáticas.

A aplicação de trinexapac-ethyl em cultivares de porte baixo (dependendo da cultivar, manejo e região de plantio) garantem em muitos casos ganhos significativos na produtividade. Já para as cultivares de porte médio alto e que apresentem certa suscetibilidade ao acamamento, a aplicação de um regulador de crescimento passa a ser fundamental para garantia de altas produtividades. No caso do presente trabalho, não ocorreu acamamento e a redução de altura de plantas causada pelo uso do trinexapac-ethyl e pelo prohexadione-cálcio não afetaram a arquitetura de plantas ou outra característica a ponto de afetar a produtividade da cultivar Marfim, utilizada no experimento.

Segundo LIMA e LOVATO (1995), quando não ocorre acamamento, não se apresentam as limitações que este impõe, tal como decréscimo de fotossíntese (WIERSMA et al., 1986), redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais (PINTHUS, 1973), aumento na intensidade de doenças (WEIBEL;PENDLETON, 1964) ou de redução de eficiência na colheita e aí o efeito dos reguladores na produtividade vai depender de modificações na morfologia da planta que causem alterações que resultem em aumento de produção. Resultado semelhante ao do presente trabalho foi encontrado por FERNANDES (2009) para cultivar BRS 208, onde não houve resposta da produtividade ao uso do trinexapac-ethyl, porém, o uso desse regulador reduziu a porcentagem de acamamento, mas sem efeito na produtividade.

Tabela 6 - Massa de mil grãos (MMG) e produtividade em função de diferentes épocas e reguladores. Ponta Grossa, PR. 2009.

<u>Época de aplicação</u>	<u>MMG (gramas)</u>	<u>Produtividade (kg.ha⁻¹)</u>
1. Época 1	28,14a	2379 a
2. Época 2	27,53a	2439 a
<u>Regulador de crescimento</u>		
1. Testemunha	26,8 a	2273 a
2. trinexapac-ethyl	27,4 a	2439 a
3. prohexadione-cálcio	29,1 a	2463 a
4. cloreto dimetil piperidíneo	27,9 a	2462 a
C.V. (%)	8,2	18,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (p<5%); C.V.= coeficiente de variação.

4.5 CONCLUSÕES

O trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio promoveram diminuição da altura das plantas sem afetar o diâmetro do colmo e a produtividade;

O cloreto 1,1-dimetil piperidíneo não afetou a altura de plantas, promoveu aumento do número de folhas por planta, mas sem efeitos significativos sobre componentes de produção e na produtividade.

A época de aplicação não promoveu alterações na maioria das variáveis indicando uma maior amplitude de uso dos reguladores na cultivar Marfim.

O prohexadione-cálcio mostrou resultados similares aos do trinexapac-ethyl para as características avaliadas, com potencial de uso em trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L.M.; CASTRO, P.R.C. Desenvolvimento e produtividade de algodoeiros sob efeito de reguladores vegetais. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba**, vol.40, n.1, 1983.

BASAK, A. and RADEMACHER, W. Growth regulation of pome and Stone fruit trees by use of prohexadione-calcium. **Acta Horticulturae**. 514, p. 41-50,1998.

BELTRÃO, N.E.M. **Análise de crescimento não destrutiva**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1998. 20p. (Boletim Técnico, 52).

BERTI, M. **Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento e doses de nitrogênio afetando cultivares de trigo**. 2006, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

CARVALHO, F.I.F. de. Genética quantitativa. In: OSÓRIO, E.A. **Trigo no Brasil**. São Paulo: Fundação Cargill, 1982. v.1, cap.3, p.63-94.

CRUZ, P.C. **Genética do acamamento em trigo (*Triticum aestivum* L.) e a identificação do caráter para seleção**. 2002, 107 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002

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

DUDA, L. **Programas de manejo de fungicidas e doses de regulador de crescimento afetando cultivares de trigo**. 2007, 56f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-TRIGO ANBA. **Sul do Brasil quer produzir só trigo pão**. DOTTO, S., 30-08-2011.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Ponta Grossa: 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

GREENE, D. W. Tree growth management and fruit quality of Apple tree treated with Prohexadione-Calcium (BAS-125). **Hort. Sci.** 1209 - 1212, 1999.

JOST, P.; DOLLAR, M. Comparison of mepiquat pentaborate and mepiquat chloride effects on DP 555BR. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 2004, San Antonio. **Proceedings...** Memphis:National Cotton Council: The Cotton Foundation, p. 2204-2206. 2004 Disponível em: <<http://www.cotton.org/beltwide/proceedings/2004/abstracts/1065.cfm>>. Acesso em: 21 de agosto de 2011.

KERBER, E.; LEYPOLD, G.; SEILER, A. CGA 163'935 a new plant growth regulator for small grain cereals, rape and turf. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. P.83-8.

LIMA, M.R.S.; LOVATO, C. Efeito do cloreto de Chlormequat sobre quatro cultivares de trigo em duas épocas de semeadura. **Revista Científica do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 25, p. 371-374, 1995.

LOZANO, C. M.; LEADEN, M. I. **Novedades sobre el uso de reguladores de crecimiento en trigo**. Jornadas de actualización profesional: Trigo 2001, p. 34-35, 2001.

MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznam, v. 46, n. 2, p.133-143, 2006

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999.

OR SEMENTES. **Trigo Marfim, qualidade, precocidade, e rendimento**. 2010. Disponível em: http://www.orsementes.com.br/index.php?id_menu=ver_cultivar&id_cultivar=28&title=MARFIM. Acesso em: 15 junho 2010.

PENCKOWSKI, L.H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados**. Castro: Fundação ABC, 2009.

PINTHUS, MJ. Lodging wheat, barley, and oats: The phenomenon its causes, and preventive measures. **Advances in Agronomy**, v. 25, p. 209-263, 1973.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant Growth Regulator Effects on Spring Cereal Root and Shoot Growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 936-943, 2001.

REDDY, K.R.; BOONE, M.L.; REDDY, A.R.; HODGES, H.F.; TURNER, S.B.; McKINION, J.M. Developing and validating a model for plant growth regulator. **Agronomy Journal**, v.87, p. 1100-1105, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelina: reguladores da altura dos vegetais. In: ----- **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artimed, Cap. 20, p. 485-516, 2004.

WEIBEL, R.O., PENDLETON, J.W. Effect of artificial lodging on winter wheat grain yield and quality. **Agron J**, Madison, v. 56, p. 487-488, 1964.

WIERSMA, D.W., OPLINGER, E.S., GUY, S.O. Environment and cultivar effects on winter wheat response to ethephon plant growth regulator. **Agron J**, Madison, v. 78, p. 761-764, 1986.

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

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002 a.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, 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. 23, p. 25-29, 2002b.

ZAGONEL, J. Efeitos do trinexapac-ethyl e de doses de nitrogênio em características agronômicas e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18. 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003, p. 204-207.

ZAGONEL, J. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24. Brasília, 2006. **Resumos...** Brasília: UNB, 2006. P. 522.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Em E1 não ocorreram respostas para cultivar BRS-249 à maioria das características morfológicas em relação às doses dos reguladores de crescimento trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio e apenas a produtividade respondeu de forma quadrática ao aumento das doses. Ambos os reguladores reduziram o comprimento dos últimos entrenós, sem afetar a altura das plantas, diâmetro do colmo, número de folhas por planta e a largura da folha bandeira.

Em E2 tanto trinexapac-ethyl como prohexadione-cálcio promoveram um aumento linear da produtividade com o aumento da dose de ambos os produtos na cultivar Marfim. Ambos reguladores se mostraram eficientes na redução do comprimento dos entrenós e da altura de plantas, com a dose de melhor resposta da produtividade entre 75,0 e 112,5 g/ha.

Em E3 o diâmetro do colmo, área foliar, perfilhos por planta, espigas por metro, espiguetas por espiga, grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade não apresentaram diferença com a aplicação dos reguladores de crescimento. Houve redução da altura com a aplicação dos reguladores trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio, mas sem efeito da época de aplicação. Em relação ao cloreto 1,1-dimetil piperidíneo não ocorreram diferenças significativas em nenhuma variável avaliada.

Nos três experimentos realizados o trinexapac-ethyl e o prohexadione-cálcio promoveram diminuição da altura das plantas sem afetar o diâmetro do colmo.

O cloreto 1,1-dimetil piperidíneo não afetou a altura de plantas, promoveu aumento do número de folhas por planta e não afetou a produtividade.

Para o prohexadione-cálcio observou-se resultados similares aos do trinexapac-ethyl para as características avaliadas, mostrando potencial para uso em trigo.