

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LORENA MÜLLER MARTINS

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO E DE  
SOMBREAMENTO ARTIFICIAL AFETANDO CULTIVARES DE TRIGO

PONTA GROSSA  
2012

LORENA MÜLLER MARTINS

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO E DE  
SOMBREAMENTO ARTIFICIAL AFETANDO CULTIVARES DE TRIGO

Dissertação apresentada para obtenção do  
título de mestre na, área de concentração  
em Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel.

PONTA GROSSA  
2012

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

M386e Martins, Lorena Müller  
Épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial afetando cultivares de trigo / Lorena Müller Martins. Ponta Grossa, 2012.  
47 f.

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

1. Trigo. 2. *Triticum aestivum*. 3. Trinexapac-ethyl. 3. sombreamento. 4. Regulador de crescimento. I. Zagonel, Jeferson. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado de Agronomia. III. T.

CDD: 633.11



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: "Épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial afetando cultivares de trigo".

Nome: Lorena Müller Martins

Orientador: Jeferson Zagonel

Aprovado pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jeferson Zagonel

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Skora Neto

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Osmar Paulo Becker

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me guiar em mais esta etapa da minha vida.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por disponibilizar a estrutura física para condução do experimento e pelo apoio como bolsista da CAPES.

Ao Professor Doutor Jeferson Zagonel pela dedicação, orientação e grande apoio ao longo da condução deste trabalho, pela amizade e ensinamentos compartilhados.

Aos meus pais por todos os sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até este momento.

A minhas irmãs Ligia e Luciane e ao meu namorado Leônidas pelo incentivo constante.

Aos funcionários da Fazenda Escola Capão da Onça, os quais sempre foram prestativos no auxílio da condução do ensaio.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão dessa pesquisa.

*Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais  
evidente fica nossa ignorância.*

*(John Kennedy)*

## RESUMO

O uso do regulador de crescimento trinexapac-ethyl visa reduzir a altura das plantas de trigo evitando assim o acamamento e as perdas ocasionadas por ele. Além disso, muda a arquitetura foliar fazendo com que a planta tenha um melhor aproveitamento da radiação solar. Com o objetivo de avaliar os efeitos de épocas de aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl associado ou não ao sombreamento artificial em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo, realizaram-se três experimentos na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa, Paraná, dois no ano de 2010 e um no ano de 2011. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial, sendo que no ano de 2010 foi 4 x 3 (épocas de aplicação do trinexapac-ethyl x épocas de sombreamento) nas cultivares de trigo Quartzo e Supera e no ano de 2011 no esquema 4 x 4 (épocas de aplicação do trinexapac-ethyl x épocas de sombreamento), na cultivar Quartzo. Os tratamentos consistiram de quatro épocas de aplicação do trinexapac-ethyl (sem aplicação, no perfilhamento, entre o 1º e o 2º nó perceptível e entre o 2º e o 3º nó perceptível) na dose de 100 g.ha<sup>-1</sup> em ambos anos e de quatro épocas de sombreamento artificial (sem cobertura, da fase de emborrachamento ao espigamento, do espigamento + 15 dias (x) e x + 15 dias) no ano de 2011 de três épocas (sem cobertura, do espigamento + 15 dias (x) e x + 15 dias) no ano de 2010. Não houve interação entre os tratamentos para as características avaliadas. Em ambos dos ensaios não foram observadas diferenças para diâmetro do colmo, área foliar, e índice de colheita. O sombreamento artificial não afetou o número de espigas por metro, de grãos por espigeta e de perfilhos por planta nos dois anos e o menor peso de grãos ocorreu quando o sombreamento foi realizado no final da antese e enchimento de grãos (X + 15). O número de espiguetas por espigas não foi influenciado pelo sombreamento na safra 2010, porém na safra 2011 o sombreamento no final do espigamento + 15 dias aumentou o número de espiguetas por espiga. O trinexapac-ethyl não influenciou a maioria dos componentes de produção avaliados. O sombreamento não interferiu na altura de plantas. Na safra 2011, com a aplicação do regulador de crescimento entre o primeiro e segundo nó e entre o segundo e terceiro nó perceptível a altura de plantas foi menor. A produtividade não foi afetada pelas épocas de aplicação do trinexapac-ethyl. Na safra 2011 o sombreamento artificial efetuado no final da antese e enchimento de grãos (X + 15 dias) resultou em menor produtividade.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; trinexapac-ethyl; sombreamento.

## ABSTRACT

The use of the growth regulator trinexapac-ethyl aims to reduce height of wheat plants avoiding lodging and losses caused by it. In addition, causes changes leaf architecture the plant have a better utilization of solar radiation. With the aim to evaluate the effects of application times of the growth regulator trinexapac-ethyl with or without artificial shade at different growth stages of wheat, two experiments were carried out in the Farm School of State University of Ponta Grossa, in the municipality of Ponta Grossa, Parana, two in 2010 and one in 2011. The experimental design was the randomized blocks with four replications in a factorial design, in 2010 was 4 x 3 (times of application of trinexapac-ethyl x time shading) in wheat cultivars Quartzo and Supera in 2011 in schedule 4 x 4 (time of application of trinexapac-ethyl x time shading), the cultivar Quartzo. Treatments consisted of four periods of application of trinexapac-ethyl (without application, tillering, between first and second perceivable knot and between second and third perceivable knot) at a dose of 100 g ha<sup>-1</sup> in both the years and four seasons of shading (without coverage, the booting stage to silking + 15 days (x), X + 15 days) in the year 2011 three times (without coverage, the silking + 15 days (x) and X + 15 days) in 2010. No interaction was observed between treatments for the evaluated characteristics. In both trials no differences were observed for stem diameter, leaf area and harvest index. The shade did not affect the number of spikes per meter, grains per spikelet, number of tillers per plant in two years and the lowest grain yield occurred when the shading was done at the end of anthesis and grain filling (X + 15). The number of spikelets per spike was not affected by shading in the 2010 harvest, but the 2011 the period of shading done at the end of silking + 15 days increased the number of spikelets. The trinexapac-ethyl did not affect most of the yield components evaluated. Shading not affect the plant height. In the 2011 harvest, with the application of growth regulator between the first and second knot and between the second and third knot visible to the plant height was lower. The yield was not affected by timing of application of trinexapac-ethyl. In the 2011 harvest shading done at the end of anthesis and grain filling (X + 15 days) resulted in lower productivity.

Key words: *Triticum aestivum*; trinexapac-ethyl; shading.



## LISTA DE TABELAS

- TABELA 01 – Características químicas do solo do talhão A1A. Ponta Grossa, UEPG, 2010.....18
- TABELA 02 – Características químicas do solo do talhão A1G. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....19
- TABELA 03 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.....26
- TABELA 04 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010.....26
- TABELA 05 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011.....27
- TABELA 06 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura de plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.....29
- TABELA 07 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura das plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010.....29
- TABELA 08 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura das plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011 .....30

TABELA 09 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.....	31
TABELA 10 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .....	31
TABELA 11 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011 .....	32
TABELA 12 – Diâmetro, área foliar e Índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010 .....	34
TABELA 13 – Diâmetro, área foliar e índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .....	34
TABELA 14 – Diâmetro, área foliar e índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011.....	34
TABELA 15 – Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.....	36
TABELA 16 – Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010.....	36
TABELA 17 - Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011.....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
3.1	Acamamento.....	13
3.2	Reguladores de Crescimento.....	14
3.3	Sombreamento.....	16
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1	Localização.....	18
4.1.1	Clima.....	18
4.1.2	Caracterização do solo.....	18
4.2	Cultivares de Trigo.....	19
4.2.1	Cultivar Quartzo.....	19
4.4.2	Cultivar Supera.....	19
4.3	Semeadura e Tratos Culturais.....	20
4.3.1	Safra 2010.....	20
4.3.2	Safra 2011.....	20
4.4	Delineamento Experimental.....	21
4.4.1	Safra 2010.....	21
4.4.2	Safra 2011.....	21
4.5	Tratamentos.....	22
4.5.1	Aplicação do Regulador de Crescimento.....	22
4.6	Avaliações.....	22
4.6.1	Avaliações durante a antese.....	22
4.6.1.1	Área Foliar.....	22
4.6.1.2	Número de perfilhos por planta, Altura da Planta, Largura e Comprimento da folha bandeira e folha bandeira -1.....	23
4.6.2	Avaliações na colheita.....	23
4.7	Análise Estatística.....	24
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
5.1	Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira -1.....	25
5.2	Comprimento entre-nós e pedúnculo e altura de plantas.....	27
5.3	Componentes de produção.....	30
5.4	Diâmetro do colmo, área foliar e índice de colheita.....	33
5.5	Produtividade.....	35
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>
	<b>ANEXO 01.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO 02.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais consumidos no mundo e de grande importância para o Brasil devido a crescente demanda da população por derivados desse cereal (FERNANDES, 2009).

O interesse em maximizar o rendimento de trigo tem estimulado o uso de um manejo intensivo nessa cultura. Esse manejo integra a adoção de práticas como época de semeadura, espaçamento e densidade de sementes adequadas, aumento do nível de fertilidade do solo e controle de doenças, de pragas, plantas invasoras e de acamamento de plantas.

Em virtude dos problemas ocasionados pelo acamamento, como diminuição da produtividade, da qualidade dos grãos e do aumento das perdas na operação de colheita, que podem limitar a produção de grãos de trigo de modo expressivo (RODRIGUES *et al.*, 2003), são utilizados reguladores de crescimento para evitar ou reduzir o acamamento e minimizar esses efeitos (LOZANO; LEADEN, 2001).

Reguladores de crescimento são compostos sintéticos que podem ser utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas sem diminuição da produtividade (RADEMACHER, 2000). O trinexapac-ethyl é um regulador de crescimento utilizado em cereais de inverno, que promove redução acentuada do comprimento do colmo (KERBER *et al.*, 1989; FARGERNESS; PENNER, 1998) com redução da altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN *et al.*, 1989). O trinexapac-ethyl é absorvido pelas folhas sendo translocado até os nós do colmo atuando no balanço das giberelinas e afetando a alongação dos entre nós (KERBER *et al.*, 1989).

A aplicação do trinexapac-ethyl muda a arquitetura da folha de trigo o que provavelmente faz com que a planta tenha um aproveitamento mais eficiente da radiação que pode resultar em aumento de produtividade (PENCKOWSKI *et al.*, 2010). O efeito do trinexapac-ethyl pode ser observado em média de 15 a 20 dias após a aplicação, sendo que a inclinação da folha pode variar de cultivar para cultivar e pode explicar em parte os ganhos de produtividade em cultivares de porte baixo, mesmo sem a ocorrência de acamamento (PENCKOWSKI, 2009). ZAGONEL; FERNANDES (2007) atribuem esse aumento de produtividade promovido pelo trinexapac-ethyl à melhor absorção da radiação solar, sugerindo que a radiação incidente na região durante o cultivo do trigo é insuficiente para a exteriorização do potencial produtivo da cultura.

WILLEY; HOLLIDAY (1971) concluíram que períodos de alta nebulosidade ocasionam deficiência fotossintética, resultando em menor peso de grãos na cultura do trigo.

Plantas submetidas à deficiência luminosa após o florescimento, reduziram em 20% o peso de grãos (JUDEL; MENGEL, 1982). Vários autores verificaram que a baixa luminosidade reduz o número de perfilhos por planta de trigo (RICKMAN *et al.*, 1985, FRIEND, 1965b, ASPINAL; PALEG, 1964).

RAHMAN *et al.*, (1977) observaram que com a redução do nível de luz, o número de espiguetas também foi reduzido, resultado esse também encontrado por FRIEND (1965a).

O baixo índice de radiação solar incidente na região dos Campos Gerais e outras regiões do sul do Brasil pode ser responsável pela produtividade menor da cultura do trigo em relação a outras regiões (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). Nesse sentido, o uso de sombreamento artificial associado à aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl pode indicar se há relação entre o aumento da produtividade causada pelo uso do regulador, observado por vários autores (PENCKOWSKI *et al.*, 2009; BERTI *et al.*, 2007; ZAGONEL; FERNANDES, 2007; MATYSIAK, 2006, ZAGONEL *et al.*, 2002) com a melhor absorção da radiação solar causada pela mudança da arquitetura foliar ocasionada pelo uso do mesmo.

## **2 OBJETIVOS**

Avaliar os efeitos da época de aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl associado ou não a sombreamento artificial em diferentes fases do desenvolvimento do trigo, em características morfológicas, componentes de produção e produtividade nas cultivares Quartzo e Supera, em dois anos de cultivo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Originário da Ásia, o trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais alimentos da humanidade, ocupando 20% da área cultivada no mundo. Destacam-se como grandes produtores a China, Rússia e Estados Unidos (RIGON *et al.*, 2006).

No Brasil são produzidas entre cinco e seis milhões de toneladas do cereal a cada ano. A maior parte do cultivo, cerca de 90%, está concentrada na região Sul, ficando o restante distribuído na região Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) e Centro Oeste (Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal) (SILVA *et al.*, 2007).

O Brasil importa metade do trigo que consome. De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para safra 2018/19 projeta-se uma produção interna de 7,89 milhões de toneladas, enquanto que o consumo estimado é de 12,25 milhões de toneladas (CORREPAR, 2011).

Na região sul do Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, o trigo é uma das principais alternativas de cultivo no inverno (SCHUCH *et al.*, 2000). A cultura auxilia na redução da erosão pela palha que fornece ao solo e na rotação de culturas, sendo uma das bases de sucesso no sistema de plantio direto na palha. Estima-se em 20% a redução nos custos nas lavouras de verão precedidas pelo trigo (COLLE, 1998).

Para a obtenção de máximos rendimentos na cultura do trigo, cada vez mais vem se fazendo uso de um manejo intensivo nessa cultura, tais como época de semeadura, espaçamento e densidade de sementes adequadas, aumento do nível de fertilidade do solo, cultivares com alto potencial de produção e controle de doenças, pragas e plantas daninhas.

Uma maior competitividade na triticultura nacional é de fundamental importância para o Brasil atingir a auto-suficiência na produção (BACALTCHUK, 2006). Para isto, é necessário incrementar o potencial de rendimento em condições de lavoura, onde os cultivares precisam interagir com diferentes situações de ambiente e de manejo, ou seja, é necessário identificar cultivares que respondam a estímulos específicos de ambiente (SCHEEREN *et al.*, 1997; BENIN *et al.*, 2005).

#### 3.1 – ACAMAMENTO

O termo acamamento de planta refere-se à curvatura do caule em direção ao solo, causada pela massa de água acumulada nas espigas maduras, ventos, baixa resistência do colmo, entre outros fatores. Em cereais e outras culturas anuais graníferas, além de prejudicar

o rendimento e a qualidade dos grãos, o acamamento dificulta a colheita mecanizada do grão (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

O acamamento ocorre predominantemente no período de dois meses antes da colheita pela interação de fatores como planta, vento, chuva e solo. No trigo, o acamamento pode ocorrer por dois mecanismos principais; pelo deslocamento da raiz dentro do solo ou pelo tombamento do caule, dependendo das circunstâncias particulares de cada cultivo (BERRY *et al.*, 2003).

Mesmo em um cultivo no qual se utiliza uma variedade de porte baixo, a cultura pode sofrer prejuízo com acamamento caso receba adubação nitrogenada pesada e alta densidade de semeadura, pois as plantas para satisfazerem a necessidade de luz crescem demais e acamam (CRUZ, *et al.*, 2001).

Os prejuízos em consequência do acamamento e do maior crescimento das plantas ocorrem por causa das dificuldades da colheita e da umidade dos grãos nas plantas acamadas. Além disso, há decréscimo da produtividade e da qualidade dos grãos, decorrentes de maior incidência de doenças, da interferência na translocação, da assimilação de carboidratos e minerais e do decréscimo da fotossíntese (AMABILE *et al.*, 2004). Na colheita, as plantas acamadas estão mais suscetíveis a doenças e germinação dos grãos da espiga, têm qualidade dos grãos diminuída, além de as espigas não serem alcançadas pela barra de corte das colhedoras, resultando em perdas de produtividade (RODRIGUES *et al.*, 2003; ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

### 3.2 – REGULADORES DE CRESCIMENTO

Reguladores de crescimento vêm sendo utilizados como uma solução para a redução do acamamento de plantas, evitando perdas na produção de grãos (LOZANO; LEADEN, 2002), e na qualidade dos mesmos, além de facilitar a colheita (LAMAS, 2001). Eles possibilitam o uso de maiores doses de nitrogênio, mesmo em cultivares de porte mais alto (SAMPAIO, 1998); promovem redução acentuada do comprimento do colmo (KERBER *et al.*, 1989; FARGERNESS; PENNER, 1998) com redução da altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN *et al.*, 1989).

O trinexapac-ethyl é um regulador de crescimento que tem seu uso generalizado em lavouras de trigo de alta tecnologia. O produto é absorvido pelas folhas sendo translocado até os nós do colmo atuando no balanço das giberelinas e afetando a elongação dos entrenós (KERBER *et al.*, 1989). Atua nas plantas reduzindo a elongação celular no estágio vegetativo



obstruindo a biossíntese do ácido giberélico ativo (GA1) por inibir a enzima 3 beta hidroxilase (NAKAYAMA *et al.*, 1990) aumentando acentuadamente seu precursor biossintético imediato GA20. A provável causa da inibição do crescimento das plantas é a queda do nível do ácido giberélico ativo GA1 que atua na alongação dos internódios (WEILER; ADAMS, 1991). Este também inibe parcialmente o transporte de elétrons na mitocôndria, diminuindo a respiração celular, indicando outro local potencial de ação para o trinexapac-ethyl (HECKMAN *et al.*, 2002).

O efeito do trinexapac-ethyl depende de vários fatores, tais como a dose e a época de aplicação, a época de semeadura, as condições do ambiente, o estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES *et al.*, 2003).

Um fator que merece destaque com relação ao trinexapac-ethyl é a época de aplicação, visto que a redução da altura de plantas está associada ao estágio de crescimento do trigo no momento da aplicação do produto. Aplicações em estádios de crescimento anteriores ao recomendado, ou seja, entre o primeiro e o segundo nó perceptível (ZAGONEL; FERNANDES, 2007), pouco afetam a altura das plantas, pois o efeito redutor vai ocorrer principalmente nos primeiros entre nós, que, por natureza, já são curtos. Aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho das plantas, pois o efeito ocorre sobre os entre nós superiores, mais longos, como o pedúnculo, e podem retardar o espigamento (RODRIGUES *et al.*, 2003). Aplicações após o terceiro nó podem resultar em encurtamento acentuado do pedúnculo, fazendo com que a espiga fique retida na bainha da folha-bandeira, o que resultará em problemas na antese e, conseqüentemente, na produtividade do trigo (PENCKOWSKI *et al.*, 2009).

O momento correto de aplicação do trinexapac-ethyl é entre o primeiro e o segundo nó perceptível, na dose de 100 a 125 g ha<sup>-1</sup>, mas essa recomendação é ampla e não distinta em relação ao porte das cultivares, que podem responder de maneira diferencial em relação à dose do produto (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). As aplicações de reguladores de crescimento não devem ser calendarizadas, pois o estágio ideal de aplicação pode variar em até 22 dias, dependendo da cultivar, região e clima (PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010). O efeito do trinexapac-ethyl tem seu efeito minimizado em condições de deficiência hídrica (RODRIGUES *et al.*, 2003).

O trinexapac-ethyl, além de reduzir altura de plantas, também promove aumento no diâmetro do colmo e aumento na espessura de suas paredes (SYNGENTA, 2003). O aumento do diâmetro do caule em plantas de trigo submetidas a doses de redutor de crescimento ocorre devido ao aumento no desenvolvimento das células do parênquima, com maior espessura do

tecido esclerenquimático, localizado em posição sub-epidérmica, podendo resultar em maior lignificação da parede celular (LOZANO *et al.*, 2002). O diâmetro do colmo é uma característica importante e que deve ser levada em consideração quando se está estudando acamamento de plantas, visto que a resistência ao acamamento é função direta do nível de espessamento dos tecidos da base da planta e inversamente proporcional à altura desta (RODRIGUES *et al.*, 2003).

Outro fator de destaque é que mesmo em cultivares de porte baixo e sem a ocorrência do acamamento o trinexapac-ethyl promove aumento da produtividade (ZAGONEL, 2003). LOZANO; LEADEN (2002), avaliando o trinexapac-ethyl em duas cultivares de trigo observaram ganhos significativos de produtividade. Na ausência de acamamento, os autores correlacionam o ganho de produtividade com a mudança na arquitetura foliar causado pela aplicação do trinexapac-ethyl.

### 3.3 – SOMBREAMENTO

A luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização (ATROCH *et al.*, 2001). A radiação solar é um dos fatores que mais interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas, entretanto, apenas uma parte dessa radiação incidente é aproveitada pelas plantas, sendo dependente de parâmetros físicos, biológicos e geométricos (CASAROLI *et al.*, 2007). A habilidade do indivíduo em competir em condições de maior ou menor luminosidade depende de estruturas morfológicas e fisiológicas (estratégias adaptativas) (TILMAN, 1988). Segundo CASAROLI *et al.*, (2007) apenas 1,3% da radiação incidente ao topo da atmosfera são utilizadas pelas plantas para a fotossíntese.

Altas intensidades de radiação solar absorvidas pelas plantas podem levá-las a saturação luminosa, diminuindo a eficiência no uso da radiação (JIANG *et al.*, 2004; ADAMS; ADAMS, 1992). O excesso de radiação absorvido pela planta promove um aumento de sua temperatura, proporcionando um incremento no fluxo transpiratório (CASAROLI *et al.*, 2007).

Outro mecanismo fisiológico influenciado pela radiação solar é o movimento estomático (KERBAUY, 2008).

A área foliar das espécies heliófilas aumenta com a elevação da radiação solar, ao passo que a área foliar de espécies tolerantes ao sombreamento tende a ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de radiação solar (DALE, 1988).

As mudanças nas condições de luz do ambiente, muitas vezes determinada em função do nível de competição estabelecida promovem alterações na alongação do colmo, entrenós de planta e afetam o desenvolvimento dos perfilhos. Em trabalho realizado por DAVIS; SIMMONS (1994), foi observado que a qualidade da luz reduz a produção de perfilhos em espécies como centeio, trigo, trevo-branco e cevada, os quais participam como parte dos componentes do rendimento das plantas e como prováveis supridores de assimilados ao colmo principal (ALMEIDA, 1998).

Segundo SANTIN, *et.al.*, (2009), quanto mais radiação disponível e menores temperaturas logo antes da antese da cultura do trigo há um aumento do número de grãos por área, pois esse subperíodo é alongado, permitindo uma maior assimilação de CO<sub>2</sub> e nutrientes. FISCHER (2008) relata que o aumento na duração da fase de alongamento do colmo pode representar aumento no rendimento de grãos, uma vez que é nessa fase que é determinado o número de flores férteis e conseqüentemente, o estabelecimento do número de grãos por área. Em trabalho realizado por ESTRADA-CAMPUZANO *et al.*, (2008), em triticales foi observado que as reduções da produtividade de grãos foram mais significativas quando o sombreamento ocorreu durante três semanas antes e uma semana após a antese.

A aplicação do trinexapac-ethyl muda a arquitetura da folha de trigo o que provavelmente faz com que a planta tenha um aproveitamento mais eficiente da radiação solar, resultando em ganhos significativos de produtividade (PENCKOWSKI *et al.*, 2010). A mudança na arquitetura da folha pode ser observada em média de 15 a 20 dias após aplicação do produto, sendo que a inclinação da folha pode variar de cultivar para cultivar, podendo explicar em parte os ganhos de produtividade em cultivares de porte baixo, com ou sem a ocorrência de acamamento (PENCKOWSKI, 2009).

CAVIGLIA; SADRAS (2001) verificaram que a deficiência de nitrogênio em trigo reduziu a interceptação da luz devido à redução no índice de área foliar, parcialmente associada à redução no perfilhamento, causando redução na eficiência de uso da radiação solar. Qualquer fator que altere a eficiência de uso da radiação solar pode influenciar a produção de grãos de trigo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO

Foram instalados três ensaios nos anos de 2010 e 2011, na Fazenda Escola “Capão da Onça” da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), município de Ponta Grossa, Estado do Paraná, localizada a 25°5’49” de latitude Sul, 50°3’11” de longitude leste e 1025m de altitude.

#### 4.1.1 Clima

O clima de Ponta Grossa é classificado como Cfb segundo Koppen, ou seja, clima temperado propriamente dito; com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos e temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, sem estação seca definida, sendo o trimestre mais chuvoso de dezembro a fevereiro, com precipitação de 400 a 500 mm, e o mais seco de junho a agosto, com precipitação média de 250 a 350 mm. A precipitação média anual da região está entre 1600 e 1800 mm. Os meses considerados mais frios são de junho a agosto, com temperatura média de 13 a 14°C e os mais quentes de dezembro a fevereiro, com temperatura média de 23 a 24°C (IAPAR 2011).

#### 4.1.2 Caracterização do solo

O solo das áreas experimentais foi classificado como um Cambissolo Háplico Tb distrófico tópico (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa.

Foram coletadas cinco sub - amostras de solo de 0-10 cm e de 10-20 cm na área e encaminhada para o Laboratório de Fertilidade de Solos da UEPG para a análise das propriedades químicas do solo. Os resultados das análises estão expostos na Tabela 01 (ano 2010) e Tabela 02 (ano 2011). A análise granulométrica do solo forneceu as quantidades de areia – 361g kg<sup>-1</sup>, silte – 179g kg<sup>-1</sup> e argila – 460g kg<sup>-1</sup>.

Tabela 01 – Características químicas do solo do talhão A1A. Ponta Grossa, UEPG, 2010.

Profundidade	pH	H + Al	Ca	Mg	K	CTC <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	P	C
			cmolc. dm <sup>-3</sup>			(pH 7,0)	%	mg. dm <sup>-3</sup>	g. dm <sup>-3</sup>	
0 - 10 cm	5,2	6,69	5,5	1,9	0,36	14,45	53,7	0,0	19,4	36
10 - 20 cm	5,0	7,20	3,9	1,5	0,29	12,89	44,1	0,0	6,8	29

<sup>1</sup>CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; <sup>2</sup>V = Saturação por bases; <sup>3</sup>M = Saturação por alumínio. Métodos de extração: pH = CaCl<sub>2</sub>, H + Al = Solução tampão SMP, Ca e Mg = KCl 1 mol. L<sup>-1</sup>, P e K = Mehlich -1 e C - orgânico = Walkley-Black.

Tabela 02 – Características químicas do solo do talhão A1G. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Profundidade	pH	H + Al	Ca	Mg	K	CTC <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	P	C
						(pH 7,0)	%	mg. dm <sup>-3</sup>		
0 - 10 cm	5,6	4,96	6,4	2,0	0,53	13,89	64,3	0,0	34,4	33
10 - 20 cm	5,6	4,96	4,2	1,9	0,40	11,46	56,7	0,0	7,1	23

<sup>1</sup>CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; <sup>2</sup>V = Saturação por bases; <sup>3</sup>M = Saturação por alumínio. Métodos de extração: pH = CaCl<sub>2</sub>, H + Al = Solução tampão SMP, Ca e Mg = KCl 1 mol. L<sup>-1</sup>, P e K = Mehlich -1 e C - orgânico = Walkley-Black.

## 4.2 CULTIVARES DE TRIGO

Foram instalados três experimentos, diferindo pela cultivar. No ano de 2010 utilizaram-se as cultivares Quartzo e Supera e no ano de 2011 a cultivar Quartzo, das quais as principais características estão descritas abaixo.

### 4.2.1 Cultivar Quartzo

Cultivar de trigo tipo “pão”, foi lançada no ano de 2008 pela OR Melhoramento de Sementes Ltda/Biotrigo Genética Ltda. Possui registro para todas as regiões tritícolas dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

A cultivar Quartzo possui hábito vegetativo intermediário a semi-ereto, com média capacidade de perfilhamento e moderada resistência ao acamamento, possuindo uma estatura média. É considerada uma cultivar de ciclo médio, com aproximadamente 128 dias da emergência à maturação, sendo o peso médio de mil grãos 35g. É uma cultivar moderadamente tolerante a debulha natural e moderadamente resistente à germinação natural na espiga. É moderadamente suscetível à ferrugem da folha, oídio e giberela e moderadamente resistente a manchas foliares e brusone. Tem demonstrado elevado potencial de rendimento, ampla adaptação e boa tolerância à chuva na pré-colheita (OR – SEMENTES, 2011 a).

### 4.2.2 Cultivar Supera

A cultivar Supera, do tipo “pão”, foi lançada no ano de 2005 pela OR Melhoramento de Sementes Ltda. Possui média capacidade de perfilhamento, ciclo precoce/médio e hábito de crescimento semi-ereto. Quanto à reação ao acamamento é considerada uma cultivar moderadamente suscetível, já quanto a reação à debulha natural é uma cultivar suscetível e moderadamente suscetível à germinação na espiga. Possui registro para todas as regiões tritícolas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e para a região 4 de Goiás. A

densidade de plantio recomendada é de 350 plantas/m<sup>2</sup>. O grão é vermelho claro semi-duro, sendo o peso médio de mil sementes 39 g. É moderadamente suscetível à ferrugem da folha, oídio, giberela e manchas foliares (OR – SEMENTES, 2011 b).

#### 4.3 – SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

##### 4.3.1 Safra 2010

A semeadura das duas cultivares utilizadas (Quartzo e Supera) foi realizada no dia 20/07/2010 em sistema de “plantio direto na palha”, sendo milho a cultura antecessora. Antes da semeadura a área do experimento foi dessecada com 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato e 0,5 L ha<sup>-1</sup> de 2,4 D.

A adubação de base foi realizada com 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 05-25-25 o que equivale a 15 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em cobertura foi utilizado 67,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, aplicado no início do perfilhamento.

O tratamento de sementes consistiu na aplicação de 0,3 L para 100 kg de sementes de Cropstar (imidacloprido + tiodicarbe).

O controle de doenças foi feita com três aplicações de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Nativo (trifloxistrobina + tebuconazol), adicionado a óleo metilado de soja a 0,5% v v<sup>-1</sup>, sendo a primeira aplicação realizada no perfilhamento, a segunda no alongamento e a terceira no espigamento da cultura. Para o controle de pragas foi realizada uma aplicação de 0,15 L ha<sup>-1</sup> de Engeo Pleno (lambda-cialotrina + tiametoxam) no alongamento do colmo.

Após a emergência o controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de 0,04 kg ha<sup>-1</sup> de Ally (metsulfurom-metílico) e 0,15 L ha<sup>-1</sup> de Topik (clodinafop-propargil) adicionado de óleo mineral 0,5% v v<sup>-1</sup> na fase de perfilhamento da cultura.

O volume de calda utilizado em todos os tratamentos foi de 150 L ha<sup>-1</sup>.

##### 4.3.2 Safra 2011

A semeadura da cultivar Quartzo foi realizada no dia 06/07/2011 em sistema de “plantio direto na palha”, sendo milho a cultura antecessora. Antes da semeadura a área do experimento foi dessecada com 1,0 kg p.c ha<sup>-1</sup> de glifosato e 0,5 L p.c ha<sup>-1</sup> de 2,4 D.

A adubação de base foi realizada com 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 14-34-00 o que equivale a 42 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 102 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Em cobertura utilizou-se 50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na fórmula comercial 25-00-25, aplicado no início do perfilhamento.

O tratamento de sementes consistiu na aplicação de 0,2 L para 100 kg de sementes de Baytan (triadimenol) e 0,1 L para 100 kg de semente de Cruiser (tiametoxam).

O controle de doenças foi feito com quatro aplicações de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Nativo (trifloxistrobina + tebuconazol), adicionado a óleo metilado de soja a 0,5% v v<sup>-1</sup>, sendo a primeira realizada no perfilhamento, a segunda no alongamento, a terceira no espigamento da cultura e a quarta aplicação no enchimento de grãos.

Para o controle de pragas foi realizada duas aplicações de 0,15 L ha<sup>-1</sup> de Engeo Pleno (lambda-cialotrina + tiametoxam), uma no alongamento e outra no espigamento da cultura além de 0,15 L ha<sup>-1</sup> de permetrina.

Após a emergência o controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de 100 g ha<sup>-1</sup> de Hussar (iodosulfuron-metílico) adicionado de Lauril Éter Sulfato de Sódio, 0,4 L ha<sup>-1</sup> na fase de perfilhamento da cultura.

O volume de calda utilizado em todos os tratamentos foi de 150 L ha<sup>-1</sup>.

#### 4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

##### 4.4.1 Safra 2010

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 3 (épocas de aplicação do trinexapac-ethyl x épocas de sombreamento) com quatro repetições para duas cultivares de trigo, Supera e Quartzo.

##### 4.4.2 Safra 2011

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4 (épocas de aplicação do trinexapac-ethyl x épocas de sombreamento) com quatro repetições para a cultivar Quartzo.

Nas duas safras as parcelas foram compostas de 16 linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas de 0,17m, totalizando 16,32 m<sup>2</sup>. Como área útil foi considerada as 8 linhas centrais deixando 1 m em cada extremidade da parcela (5,44 m<sup>2</sup>).

## 4.5 TRATAMENTOS

Nas duas safras os tratamentos consistiram de quatro épocas de aplicação do trinexapac-ethyl (sem aplicação, no perfilhamento, entre o 1º e o 2º nó perceptível e entre o 2º e o 3º nó perceptível) na dose de 100 g.ha<sup>-1</sup>, correspondente a 400 mL.ha<sup>-1</sup> do produto comercial Moddus. No ano de 2010, o sombreamento foi realizado em três épocas (sem cobertura, do espigamento + 15 dias (x) e x + 15 dias) e no ano de 2011, o sombreamento artificial foi realizado em quatro épocas (sem cobertura, da fase de emborrachamento ao espigamento, do espigamento + 15 dias (x) e x + 15 dias). O sombreamento artificial foi simulado pelo uso de sombrite, com redução de 35% da radiação, colocado a uma altura de 1,30 m do solo com a utilização de estruturas de ferro no formato de L, sendo ligada uma a outra por bambu, onde foram amarrados os sombrites com a utilização de abraçadeiras de nylon (Figura 04).

### 4.5.1 Aplicação do regulador de crescimento

O trinexapac-ethyl foi aplicado através de pulverizador costal, a pressão constante de 206,85 kPa, pelo CO<sub>2</sub> comprimido, com barra de 3,0 m de largura munida de seis bicos com pontas jato plano “leque” XR 110-02, distanciados de 0,50 m um do outro e volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>. Na aplicação a cultura estava no estágio 22 da escala de Zadoks no momento da primeira aplicação, estágio 31 na segunda aplicação e 33 na terceira aplicação.

## 4.6 AVALIAÇÕES

### 4.6.1 Avaliações durante a antese

Para as avaliações realizadas nesse estágio foram colhidas as plantas de um metro de linha, e dessas retiradas aleatoriamente 10 plantas de trigo por parcela para as avaliações de: área foliar, número de perfilhos por planta, altura da planta, largura e comprimento da folha bandeira e folha bandeira -1 e diâmetro do colmo.

#### 4.6.1.1 Área foliar



Essa avaliação foi realizada através do aparelho digital integrador óptico de área, marca Lambda – Licor, modelo LI-3000, disponível no Laboratório de Fitotecnia da UEPG, o qual possui uma precisão de 0,01 cm<sup>2</sup>. Para a determinação da área foliar foram somadas as áreas de todas as folhas de dez plantas por parcela.

#### 4.6.1.2 Número de perfilhos por planta, altura da planta, largura e comprimento da folha bandeira e folha bandeira -1 e diâmetro do colmo

O número de perfilhos foi determinado efetuando a contagem dos mesmos presentes em dez plantas. A altura de plantas foi determinada medindo-se o comprimento da planta desde o solo até a base da espiga.

Na planta mãe foram medidos o comprimento e a largura da folha bandeira e folha bandeira -1. O comprimento foi determinado na parte central da folha, da base até a ponta folha e a largura no centro da folha, fazendo-se uso de uma régua graduada.

O diâmetro do colmo foi determinado utilizando um paquímetro digital da marca Digimess, efetuando a medida na parte mediana do segundo entrenó.

#### 4.6.2 Avaliações na colheita

Antes da colheita foram colhidas as plantas de dois metros de linha de cada parcela para determinar o número de plantas.m<sup>-1</sup> e de espigas.m<sup>-1</sup>. Dessas plantas foram selecionadas aleatoriamente dez, as quais foram utilizadas para determinação do número de grãos espiga<sup>-1</sup>, de espiguetas espiga<sup>-1</sup>, o comprimento dos entrenós e do pedúnculo.

Grãos, folhas, colmos e ráquis das plantas utilizadas para determinação dos componentes de produção foram colocados em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65°C por 48 horas para determinação do Índice de Colheita Aparente (IC). O IC foi estabelecido dividindo a massa de grãos pela produção total de fitomassa acima do solo (grãos, folhas, ráquis e colmos) através da fórmula:

$$IC (\%) = \frac{\text{Produção grãos (g)}}{\text{Produção de fitomassa (g)}} \times 100$$

Nas safras 2010 e 2011 a colheita foi realizada no dia 27/11, colhendo-se a área útil das parcelas para a determinação da produtividade, sendo corrigida a umidade para 13%. Dos

grãos colhidos foi determinada a massa de 1000 grãos fazendo a contagem de 500 grãos e extrapolando para 1000.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e quando significativas as diferenças entre as médias, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises foram realizadas através do programa de estatística SANEST – Sistema de Análise Estatística (ZONTA; MACHADO, 1984).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura durante ambas as safras esteve de acordo com o requerimento da cultura para um bom desenvolvimento (anexo 01), e sem extremos nas fases mais sensíveis a altas e baixas temperaturas. Na safra 2010 a precipitação pluvial durante o ciclo da cultura foi de 336,4 mm, um pouco abaixo da necessidade da cultura, que é de 450 a 600 mm de água (DOOREMBOS; KASSAM, 1979, citado por FERNANDES, 2009), mas as chuvas foram bem distribuídas durante a safra. Na safra 2011 a precipitação foi de 898,6 mm, ficando acima da requerida pela cultura.

Os efeitos da época de sombreamento artificial e épocas de aplicação do trinexapac-ethyl ocorreram isoladamente, uma vez que não ocorreram interações significativas entre o sombreamento e o trinexapac-ethyl para as variáveis estudadas.

### 5.1 COMPRIMENTO E LARGURA DA FOLHA BANDEIRA E FOLHA BANDEIRA -1

Para as condições em que foi realizado o experimento em 2010, não ocorreram diferenças significativas para o comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um com a aplicação do regulador de crescimento nas diferentes épocas e em ambas as cultivares (Tabelas 03 e 04). Possivelmente esse resultado tenha ocorrido em razão da deficiência hídrica observada na safra 2010, uma vez que o efeito do redutor de crescimento é minimizado nessas condições (RODRIGUES *et al.*, 2003; MATYSIAK, 2006). Porém, com os resultados obtidos para a cultivar Quartzo na safra 2011, nota-se que a aplicação do regulador de crescimento afetou essas variáveis, sendo que o comprimento da folha bandeira foi menor quando aplicou-se o trinexapac-ethyl entre o primeiro e o segundo nó e a largura da folha bandeira diminuiu em todas as épocas de aplicação do regulador de crescimento (Tabela 05). O comprimento da folha abaixo da folha bandeira foi reduzido apenas com a aplicação do regulador de crescimento no perfilhamento da cultura, sendo que nas demais épocas essa variável não foi afetada. Assim como na safra 2010, a largura da folha abaixo da folha bandeira não foi afetada pelas épocas de aplicação do trinexapac-ethyl e nem pelas épocas de sombreamento artificial (Tabela 05).

Segundo FERNANDES (2009), tanto o comprimento como a largura da folha bandeira são características de cada cultivar, mas que podem ser alteradas de acordo com as condições climáticas ou técnicas de manejo empregadas e com o uso de regulador de crescimento.

Em trabalho realizado por COELHO DE ANDRADE (2011), onde avaliou o uso de reguladores de crescimento (trinexapac-ethyl e prohexadione-cálcio) em diferentes doses na cultivar de trigo BRS-249, a largura da folha bandeira aumentou em resposta ao aumento da dose dos reguladores, provavelmente em compensação à redução do comprimento dos últimos entrenós, diferente do que foi observado no presente trabalho. Justificativas para a redução do comprimento das folhas com a aplicação de trinexapac-ethyl são raras na literatura, uma vez que reguladores de crescimento são substâncias conhecidas pela redução da altura das plantas. No entanto, HILGEMBERG (2010) comenta que em cereais de inverno, folhas mais compridas são mais decumbentes, sendo que folhas mais curtas são mais eretas, estando associadas a uma melhor distribuição no dossel, fazendo com que a interceptação solar seja melhor.

Tabela 03 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.

<b>SUPERA</b>	COMP FB	LARG FB	COMP FB-1	LARG FB-1
<b>SOMBREAMENTO</b>				
Sem	12,89 a	0,79 a	14,17 a	0,57 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	12,26 a	0,76 a	13,25 b	0,60 a
X + 15 dias	13,62 a	0,77 a	14,37 a	0,58 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>				
Sem Modus	13,20 a	0,78 a	13,91 a	0,60 a
Perfilhamento	12,65 a	0,78 a	14,29 a	0,59 a
1 e 2 nó	13,25 a	0,77 a	13,43 a	0,55 a
2 e 3 nó/emborrachamento	12,60 a	0,75 a	14,09 a	0,59 a
CV	12,45	7,31	6,38	7,59

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, COMP FB: Comprimento folha bandeira, LARG FB: Largura folha bandeira, COMP FB-1: Comprimento folha bandeira -1, LARG FB-1: Largura folha bandeira -1

Tabela 04 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010.

<b>QUARTZO</b>	COMP FB	LARG FB	COMP FB-1	LARG FB-1
<b>SOMBREAMENTO</b>				
Sem	11,18 a	0,74 b	13,88 b	0,52 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	11,63 a	0,79 a	14,42 ab	0,53 a
X + 15 dias	12,48 a	0,79 a	15,09 a	0,55 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>				
Sem Modus	11,47 a	0,77 a	14,38 a	0,54 a
Perfilhamento	12,39 a	0,77 a	14,46 a	0,53 a
1 e 2 nó	11,52 a	0,76 a	14,36 a	0,53 a
2 e 3 nó/emborrachamento	11,68 a	0,79 a	14,65 a	0,54 a
CV	13,77	7,32	8,33	8,29

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, COMP FB: Comprimento folha bandeira, LARG FB: Largura folha bandeira, COMP FB-1: Comprimento folha bandeira -1, LARG FB-1: Largura folha bandeira -1.

Tabela 05 – Comprimento e largura da folha bandeira e folha bandeira menos um em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011.

<b>QUARTZO</b>	<b>COMP FB</b>	<b>LARG FB</b>	<b>COMP FB-1</b>	<b>LARG FB-1</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>				
Sem	19,9 a	1,30 a	21,63 a	1,06 a
Emborrachamento/Espigamento	20,07 a	1,31 a	21,84 a	1,06 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	19,71 a	1,31 a	21,58 a	1,05 a
X + 15 dias	19,91 a	1,32 a	22,33 a	1,11 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>				
Sem Modus	21,24 a	1,37 a	22,70 a	1,10 a
Perfilhamento	20,33 a	1,29 ab	20,62 b	1,05 a
1 e 2 nó	17,49 b	1,33 ab	22,11 a	1,09 a
2 e 3 nó/emborrachamento	20,53 a	1,25 b	21,94 a	1,04 a
CV	7,69	7,12	5,92	5,76

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, COMP FB: Comprimento folha bandeira, LARG FB: Largura folha bandeira, COMP FB-1: Comprimento folha bandeira -1, LARG FB-1: Largura folha bandeira -1

As épocas de sombreamento artificial não influenciaram o comprimento e a largura da folha bandeira e da folha abaixo da bandeira para a cultivar Quartzo no ano de 2011 (Tabela 05)

Na cultivar Supera, na safra 2010 (Tabela 03) verificou-se que o comprimento da folha abaixo da bandeira foi reduzido quando o sombreamento ocorreu no final do espigamento.

Para a cultivar Quartzo (Tabela 04) a redução do comprimento da folha abaixo da bandeira e a da largura da folha bandeira ocorreu quando não foi realizado o sombreamento. Características da folha como forma, tamanho, cor, arranjo horizontal, ângulo da folha com a radiação incidente influenciam a interceptação da radiação solar pelas plantas. O ângulo foliar é o mais importante desses fatores. Folhas eretas permitem aumentar o índice de área foliar (IAF), por minimizar o auto sombreamento. Folhas eretas e maior IAF, a superfície foliar total iluminada é maior do que numa comunidade de folhas prostradas, embora a intensidade de luz por unidade de folha seja menor (MUDSTOCK, 1983).

## 5.2 COMPRIMENTO DOS ENTRE-NÓS E PEDÚNCULO E ALTURA DE PLANTAS

Plantas de trigo de baixa estatura estão associadas a uma maior resistência ao acamamento quando comparada a cultivares de porte alto (SALOMON, 2001).

Como se verifica nas Tabelas 06 e 07, as épocas de sombreamento artificial não interferiram no comprimento dos entrenós e pedúnculo para ambas as cultivares na safra

2010. Para a cultivar Quartzo o mesmo foi verificado para as épocas de aplicação de trinexapac-ethyl (Tabela 07).

Em todos os tratamentos não se verificou diferenças significativas na altura das plantas (Tabela 06 e 07) na safra 2010, tanto para cultivar Quartzo como na Supera. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido em razão da baixa precipitação pluvial no decorrer do experimento, um fator importante para a atuação do redutor de crescimento que tem sua ação minimizada em anos de poucas chuvas (RODRIGUES *et al.*, 2003).

Quanto ao regulador de crescimento, para a cultivar Supera (Tabela 06), verificou-se que o comprimento do pedúnculo foi reduzido quando o trinexapac-ethyl foi aplicado no perfilhamento, entre o primeiro e segundo nó e entre o segundo e terceiro nó perceptível em relação à não aplicação. Aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho das plantas, pois o efeito ocorre sobre os entre nós superiores, mais longos, como o pedúnculo e podem retardar o espigamento (RODRIGUES *et al.*, 2003), Aplicações após o terceiro nó podem resultar em encurtamento acentuado do pedúnculo, fazendo com que a espiga fique retida na bainha da folha-bandeira, o que resultará em problemas na antese e, conseqüentemente, na produtividade do trigo (PENCKOWSKI *et al.*, 2009).

Na safra 2011 o sombreamento artificial, em todas as épocas não afetou o comprimento dos entre nós nem a altura final das plantas (Tabela 08). No entanto, se observa que o trinexapac-ethyl promoveu redução da altura de plantas em todas as épocas de aplicação, mais acentuadas quando o produto foi aplicado entre o primeiro e o segundo e entre o segundo e o terceiro nó perceptível.

O comprimento do pedúnculo e entre o quarto e quinto entre nós foram mais afetados quando a aplicação do trinexapac-ethyl foi realizada entre o primeiro e segundo nó perceptível e entre o segundo e terceiro nó, sendo que o pedúnculo também sofreu redução no seu comprimento quando a aplicação do regulador de crescimento foi realizada no perfilhamento, porém em menor intensidade. A maior redução entre o segundo e terceiro nó ocorreu com a aplicação do trinexapac-ethyl entre o primeiro e segundo nó, e em menor intensidade com a aplicação no perfilhamento, visto que após a aplicação do produto, seu efeito será nos entrenós ainda não formados (BERTI *et al.*, 2007), motivo da não ação do regulador de crescimento aplicado entre o segundo e terceiro nó. A redução entre o terceiro e quarto entrenós aconteceu em todos os tratamentos onde foi aplicado o trinexapac-ethyl (perfilhamento, primeiro e segundo nó e segundo e terceiro nó visível).

Segundo ZAGONEL; FERNANDES (2007), o momento recomendado de aplicação do trinexapac-ethyl é entre o primeiro e o segundo nó perceptível. BERTI *et al.*, (2007),

comenta que aplicações mais tardias do trinexapac-ethyl (entre o 2º e o 3º nó perceptível) deveria promover uma maior redução da altura das plantas em relação à aplicação mais precoce (entre o 1º e o 2º nó perceptível) visto que a aplicação tardia vem a afetar o comprimento dos entrenós que se formam mais tarde, que são os mais longos, porém isso não foi observado no trabalho realizado pela autora, o que foi justificado pela diferença da resposta das cultivares ao trinexapac-ethyl.

ZAGONEL; FERNANDES (2007) e PENCKOWSKI (2006) observaram que com aplicação de trinexapac-ethyl entre o 1º e o 2º nó e entre o 2º e o 3º nó perceptível nas cultivares de trigo OR-1, CD-104 e CEP-24 ocorreu menor altura das plantas que receberam a aplicação mais tardia do regulador, confirmando que as aplicações tardias tem maiores efeitos no entrenós mais longos e promovem maior redução da altura de plantas.

Tabela 06 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura de plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.

<b>SUPERA</b>	<b>COMP 1-2</b>	<b>COMP 2-3</b>	<b>COMP 3-4</b>	<b>COMP 4-5</b>	<b>PEDUNC</b>	<b>ALTURA</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>						
Sem	2,3 a	5,9 a	9,0 a	16,1 a	27,5 a	60,7 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	2,3 a	5,9 a	8,7 a	16,0 a	27,3 a	60,3 a
X + 15 dias	2,3 a	6,2 a	9,4 a	16,3 a	28,2 a	62,4 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>						
Sem Modus	2,3 a	6,1 a	9,2 a	16,5 a	29,2 a	63,3 a
Perfilhamento	2,4 a	6,1 a	8,8 a	15,9 a	27,0 b	60,3 a
1 e 2 nó	2,1 a	5,7 a	8,9 a	15,9 a	27,3 b	60,0 a
2 e 3 nó/emborrachamento	2,5 a	6,1 a	9,2 a	16,2 a	27,1 b	60,3 a
CV	35,75	14,21	9,56	7,32	4,62	5,72

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%; COMP 1-2: Comprimento entre primeiro e segundo entre – nó, COMP 2-3: Comprimento entre segundo e terceiro entre – nó, COMP 3-4: Comprimento entre terceiro e quarto entre – nó, COMP 4-5: Comprimento entre quarto e quinto entre – nó, PEDUNC: pedúnculo.

Tabela 07 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura das plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>QUARTZO</b>	<b>COMP 1-2</b>	<b>COMP 2-3</b>	<b>COMP 3-4</b>	<b>COMP 4-5</b>	<b>PEDUNC</b>	<b>ALTURA</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>						
Sem	3,1 a	6,7 a	8,9 a	17,6 a	29,1 a	65,3 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	3,4 a	6,7 a	9,3 a	17,6 a	28,2 a	65,2 a
X + 15 dias	3,2 a	6,7 a	9,2 a	17,8 a	28,7 a	65,6 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>						
Sem Modus	3,3 a	6,8 a	8,8 a	17,8 a	28,5 a	65,0 a
Perfilhamento	3,2 a	6,8 a	9,3 a	17,5 a	29,5 a	66,3 a
1 e 2 nó	3,1 a	6,8 a	9,2 a	17,5 a	28,4 a	64,9 a
2 e 3 nó/emborrachamento	3,2 a	6,6 a	9,3 a	17,9 a	28,2 a	65,3 a
CV	22,18	13,68	6,54	5,34	5,63	3,67

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%; COMP 1-2: Comprimento entre primeiro e segundo entre – nó, COMP 2-3: Comprimento entre segundo e terceiro entre – nó, COMP 3-4: Comprimento entre terceiro e quarto entre – nó, COMP 4-5: Comprimento entre quarto e quinto entre – nó, PEDUNC: pedúnculo.

Tabela 08 – Comprimento dos entre – nós e pedúnculos e altura das plantas em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011 .

QUARTZO	COMP 1-2	COMP 2-3	COMP 3-4	COMP 4-5	PEDUNC	ALTURA
<b>SOMBREAMENTO</b>						
Sem	4,2 a	8,9 a	12,7 a	17,9 a	33,4 a	65,1 a
Embor/Espig	3,9 a	8,6 a	12,7 a	18,2 a	33,6 a	64,1 a
Fim espigamento + 15 dias	3,6 a	8,7 a	12,6 a	18,4 a	34,9 a	62,8 a
X + 15 dias	3,8 a	9,3 a	13,2 a	17,9 a	34,3 a	63,7 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>						
Sem Modus	3,8 ab	9,8 a	14,1 a	19,9 a	37,6 a	73,3 a
Perfilhamento	3,7 ab	8,6 b	12,8 b	19,6 a	35,4 b	69,1 b
1 e 2 nó	3,4 b	7,2 c	11,8 c	17,4 b	30,9 c	54,8 c
2 e 3 nó/emborrachamento	4,6 a	9,2 ab	12,5 bc	17,3 b	31,7 c	58,6 c
CV	31,31	12,62	6,05	5,31	4,64	6,54

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, COMP 1-2: Comprimento entre primeiro e segundo entre – nó, COMP 2-3: Comprimento entre segundo e terceiro entre – nó, COMP 3-4: Comprimento entre terceiro e quarto entre – nó, COMP 4-5: Comprimento entre quarto e quinto entre – nó, PEDUNC: pedúnculo; embor/espig: Período correspondente do emborrachamento ao espigamento.

### 5. 3 COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Na safra 2010 a aplicação do trinexapac-ethyl interferiu apenas no número de espigas por metro na cultivar Supera (Tabela 09). No entanto, na safra 2011, para a cultivar Quartzo (Tabela 10), a aplicação do trinexapac-ethyl não influenciou o peso de 1000 grãos e o número de perfilhos por planta, mas os demais componentes de produção foram influenciados pela época de aplicação do regulador de crescimento, em que, o número de grãos por espigeta foi maior nas aplicações no perfilhamento e primeiro e segundo nó em relação a testemunha. O número de grãos por espigeta foi menor quando da não aplicação do produto, o número de espigetas por espiga também foi maior com a aplicação do regulador de crescimento na época entre o primeiro e segundo nó, sendo que a época onde ocorreu maior redução do número de espigetas por espiga foi para a aplicação entre o segundo e terceiro nó perceptível. O maior número de espigas por metro foi observado quando o trinexapac-ethyl foi aplicado entre o segundo e terceiro nó, seguido da época entre o primeiro e segundo nó. Quando não foi aplicado o regulador de crescimento, foi observado um menor número de espigas por metro.

ZAGONEL; FERNANDES (2007) não observaram efeito do trinexapac-ethyl sobre o número de espigas por metro e de espigetas por espigas em três cultivares de trigo. PENCKOWSKI *et al.*, (2009) não observaram diferenças no número de perfilhos, espigas por metro, grãos por espigeta e peso de 1000 grãos, porém ZAGONEL *et al.*, (2002) verificaram



que a aplicação de trinexapac-ethyl promoveu efeito positivo no número de espigas por metro, número de espiguetas por espiga e massa de 1000 grãos. Esses autores atribuem essa variabilidade dos resultados dos componentes da produção em relação à aplicação do trinexapac-ethyl, ao conjunto das variações edafoclimáticas de cada local e a cultivar utilizada.

Tabela 09 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010.

<b>SUPERA</b>	<b>ESP M<sup>-1</sup></b>	<b>GRA ESP<sup>-1</sup></b>	<b>ESP ESP<sup>-1</sup></b>	<b>P 1000</b>	<b>PERF PLAN<sup>-1</sup></b>
<b>SOMBREAMENTO</b>					
Sem	65,31 a	1,88 a	11,20 a	28,03 b	1,46 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	61,05 a	1,78 a	10,81 a	29,90 a	1,75 a
X + 15 dias	60,35 a	1,86 a	11,34 a	26,37 c	1,86 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>					
Sem Modus	64,19 ab	1,83 a	11,06 a	27,72 a	1,85 a
Perfilhamento	57,07 b	1,88 a	10,50 a	29,01 a	1,43 a
1 e 2 nó	68,08 a	1,82 a	11,73 a	27,30 a	1,77 a
2 e 3 nó/emborrachamento	59,60 ab	1,82 a	11,16 a	28,36 a	1,73 a
CV	14,98	16,1	12,87	5,96	29,27

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, ESP. M<sup>-1</sup>: Espigas por metro, PLAN. M<sup>-1</sup>: Plantas por metro, GRA. ESP<sup>-1</sup>: Grãos por espiguetas, ESP. ESP<sup>-1</sup>: Espiguetas por espiga, P1000: peso de 1000 grãos. PERF.PLAN -1 : Perfilhos por planta

Tabela 10 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>QUARTZO</b>	<b>ESP M<sup>-1</sup></b>	<b>GRA ESP<sup>-1</sup></b>	<b>ESP ESP<sup>-1</sup></b>	<b>P 1000</b>	<b>PERF PLAN<sup>-1</sup></b>
<b>SOMBREAMENTO</b>					
Sem	55,93 a	1,52 a	12,20 a	33,00 a	2,01 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	54,15 a	1,33 a	12,06 a	33,30 a	1,70 a
X + 15 dias	55,26 a	1,43 a	12,32 a	30,82 b	1,82 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>					
Sem Modus	53,51 a	1,40 a	12,02 a	32,78 a	1,80 a
Perfilhamento	56,33 a	1,42 a	12,13 a	32,64 a	1,75 a
1 e 2 nó	55,89 a	1,39 a	12,00 a	32,53 a	1,73 a
2 e 3 nó/emborrachamento	54,73 a	1,50 a	12,63 a	31,54 a	2,10 a
CV	16,24	15,64	7,13	6,08	29,35

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, ESP. M<sup>-1</sup>: Espigas por metro, PLAN. M<sup>-1</sup>: Plantas por metro, GRA. ESP<sup>-1</sup>: Grãos por espiguetas, ESP. ESP<sup>-1</sup>: Espiguetas por espiga, P1000: peso de 1000 grãos. PERF.PLAN -1 : Perfilhos por planta

Com os resultados obtidos para as épocas de sombreamento artificial verificou-se que apenas o peso de 1000 grãos foi influenciado pelo tratamento em ambas as cultivares na safra 2010 (Tabelas 09 e 10). A época de sombreamento que corresponde ao final da antese e enchimento de grãos (X + 15 dias) foi a mais influenciada quanto à redução do peso de grãos tanto na cultivar Quartzo como na Supera. Também na safra 2011 (Tabela 11) o peso de grãos na cultivar Quartzo foi influenciado pelas épocas de sombreamento, sendo que assim como na

safra 2010, a época mais afetada foi a que corresponde ao final da antese e enchimento de grãos (X + 15 dias).

De acordo com GENT, 1994, isso pode ser devido ao fato de que em condições de estresse, os assimilados armazenados antes do início do enchimento dos grãos podem contribuir com mais de 50% da sua massa final. Assim, a maior disponibilidade de assimilados próximo à antese pode representar em mais flores férteis e, conseqüentemente, em maior número e tamanho de grãos, com mais capacidade de formar grãos cheios (RODRIGUES *et al.*, 2003). Em trabalho realizado por WILLEY; HOLLIDAY (1971), foi verificado que períodos de alta nebulosidade ocasionam deficiência fotossintética, resultando em menor peso de grãos na cultura do trigo. Plantas submetidas à deficiência luminosa após o florescimento reduziram em 20% o peso de grãos (JUDEL; MENGEL, 1982). Vários autores verificaram que a baixa luminosidade reduz o número de perfilhos por planta de trigo (RICKMAN *et al.*, 1985, FRIEND, 1965b, ASPINAL; PALEG, 1964), fato não observado no presente trabalho.

Na safra 2011 (Tabela 11) o número de espiguetas por espiga foi menor quando o sombreamento foi realizado na época correspondente ao final do espigamento + 15 dias, seguida da época que corresponde ao final da antese e enchimento de grãos (X + 15 dias). O período de sombreamento artificial em que se obteve o maior número de espiguetas por espiga foi quando ocorreu do emborrachamento ao início do espigamento. Os resultados encontrados no presente trabalho vem a corroborar com RAHMAN *et al.*, (1977), onde observaram que com a redução do nível de luz, o número de espiguetas também reduziu, resultado esse também encontrado por FRIEND (1965a).

Tabela 11 – Componentes de produção em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011 .

QUARTZO	ESP M <sup>-1</sup>	GRA ESP <sup>-1</sup>	ESP ESP <sup>-1</sup>	P 1000	PERF PLAN <sup>-1</sup>
<b>SOMBREAMENTO</b>					
Emborrachamento/Espigamento	67,37 a	2,33 a	15,45 a	46,66 a	0,46 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	66,43 a	2,27 a	14,10 c	46,73 a	0,52 a
X + 15 dias	66,12 a	2,33 a	14,69 b	43,52 b	0,58 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>					
Sem Modus	61,81 c	2,10 b	14,75 b	46,85 a	0,56 a
Perfilhamento	64,93 bc	2,36 a	14,48 b	46,03 a	0,56 a
1 e 2 nó	67,87 b	2,37 a	15,44 a	44,85 a	0,65 a
2 e 3 nó/emborrachamento	74,37 a	2,28 ab	13,96 c	44,99 a	0,65 a
CV	8,47	5,47	3,1	5,48	74,74

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, ESP. M<sup>-1</sup>: Espigas por metro, PLAN. M<sup>-1</sup>: Plantas por metro, GRA. ESP<sup>-1</sup>: Grãos por espiguetas, ESP. ESP<sup>-1</sup>: Espiguetas por espiga, P1000: peso de 1000 grãos. PERF.PLAN -1: Perfilhos por planta

#### 5.4 DIÂMETRO DO COLMO, ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE COLHEITA

A resistência ao acamamento em plantas de trigo depende do nível de espessamento dos tecidos da base da planta, sendo inversamente proporcional a altura da mesma (RODRIGUES *et al.*, 2003). No presente trabalho não foram observadas diferenças significativas para o diâmetro do colmo tanto para as épocas de sombreamento artificial como para as épocas de aplicação do regulador de crescimento para as cultivares Supera e Quartzo na safra 2010 (Tabelas 12 e 13), e também na safra 2011 para a cultivar Quartzo (Tabela 14), resultado esse também observado em outras cultivares e safras por PENCKOWSKI *et al.*, (2009), ZAGONEL *et al.*, (2002), MATYSIAK (2006), FERNANDES (2009) e COELHO DE ANDRADE (2011).

LOZANO; LEADEN (2001) verificaram que o trinexapac-ethyl promoveu aumento do diâmetro interno do colmo em razão de um maior espessamento do tecido esclerenquimático. No entanto, esse espessamento pode ou não se refletir no diâmetro externo do colmo, fato observado por ZAGONEL; FERNANDES (2007) e que também pode ter ocorrido no presente trabalho, mas ressaltando que o diâmetro interno do colmo não foi avaliado.

Para a área foliar não foi observada diferença significativa para as épocas de sombreamento artificial como para as épocas de aplicação do trinexapac-ethyl para as cultivares Supera e Quartzo (Tabelas 12 e 13) e também para a cultivar Quartzo na safra 2011 (Tabelas 14). Resultados similares foram observados por FERNANDES (2009) nas cultivares Safira, OR-1 e BRS 208, onde a aplicação de trinexapac-ethyl não influenciou a área foliar e também por HILGEMBERG (2010), que não observou diferenças na área foliar nas cultivares OR-1 e BRS 208 com a aplicação ou não do trinexapac-ethyl. DUDA (2007) observou que diferentes doses do regulador de crescimento não interferiram na área foliar das cultivares Avante e CEP-24.

FERNANDES (2009) comenta que a aplicação do trinexapac-ethyl influencia de forma indireta a área foliar de plantas de trigo, pelos efeitos no número, comprimento e largura das folhas, sendo que esse efeito ocorre em intensidades diferentes conforme a cultivar.

Não ocorreram diferenças significativas para o índice de colheita nas cultivares Supera e Quartzo na safra 2010 (Tabelas 12 e 13) e também para cultivar Quartzo na safra 2011 (Tabela 14). Em trabalho realizado por BERTI (2006) foi verificado que o aumento da dose de trinexapac-ethyl aumentou o índice de colheita para as cultivares Supera e CD-104,

mas, o mesmo não foi observado para as cultivares Vanguarda e CEP-24. FERNANDES (2009), em estudo com três cultivares de trigo, observou que a aplicação do trinexapac-ethyl aumentou o índice de colheita apenas para a cultivar OR-1.

Os resultados obtidos no presente trabalho e também por outros autores sugerem que a resposta do índice de colheita a aplicação do trinexapac-ethyl é variável com a cultivar e com o ano de cultivo.

Tabela 12 – Diâmetro, área foliar e Índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>SUPERA</b>	<b>DIÂMETRO</b>	<b>ÁREA FOLIAR</b>	<b>IC</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>			
Sem	2,53 a	26,72 a	0,50 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	2,43 a	29,42 a	0,52 a
X + 15 dias	2,51 a	30,35 a	0,50 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>			
Sem Modus	2,48 a	31,81 a	0,49 a
Perfilhamento	2,47 a	28,36 a	0,50 a
1 e 2 nó	2,55 a	27,61 a	0,52 a
2 e 3 nó/emborrachamento	2,47 a	27,53 a	0,50 a
CV	5,27	23,85	16,47

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, IC: Índice de colheita

Tabela 13 – Diâmetro, área foliar e índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>QUARTZO</b>	<b>DIÂMETRO</b>	<b>ÁREA FOLIAR</b>	<b>IC</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>			
Sem	2,54 a	20,23 a	0,50 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	2,50 a	19,64 a	0,48 a
X + 15 dias	2,47 a	20,60 a	0,48 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>			
Sem Modus	2,44 a	19,19 a	0,50 a
Perfilhamento	2,61 a	21,99 a	0,50 a
1 e 2 nó	2,43 a	17,99 a	0,47 a
2 e 3 nó/emborrachamento	2,53 a	21,48 a	0,49 a
CV	7,29	24,34	10,41

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, IC: Índice de colheita

Tabela 14 – Diâmetro, área foliar e índice de colheita em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. (Continua)

<b>QUARTZO</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>ÁREA FOLIAR</b>	<b>IC</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>			
Sem	3,39 a	16,15 a	0,50 a
Emborrachamento/Espigamento	3,38 a	16,57 a	0,52 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	3,35 a	16,79 a	0,50 a
X + 15 dias	3,53 a	17,46 a	0,44 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>			
Sem Modus	3,46 a	17,37 a	0,52 a

QUARTZO	DIAMETRO	ÁREA FOLIAR	IC
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>			
Perfílhamento	3,36 a	16,52 a	0,50 a
1 e 2 nó	3,47 a	18,23 a	0,45 a
2 e 3 nó/emborrachamento	3,37 a	17,85 a	0,50 a
CV	5,93	36,96	18,61

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%, IC: Índice de colheita

## 5.5 PRODUTIVIDADE

Não foram observadas diferenças de produtividade para as épocas de aplicação do trinexapc-ethyl e também para as épocas de sombreamento artificial nas cultivares Quartzo e Supera safra 2010 (Tabelas 15 e 16). Na safra 2011 (Tabela 17), para a cultivar Quartzo, não ocorreram diferenças significativas para as épocas de aplicação do regulador de crescimento, mas, para as épocas de sombreamento, observou-se que houve redução de produtividade quando o sombreamento artificial foi realizado na época correspondente ao final da antese e enchimento de grãos (X + 15 dias) em relação a não simulação de sombreamento.

MATYSIAK (2006) relata que em anos de alta precipitação o uso do trinexapac-ethyl promove aumento da produtividade, resultado esse não observado em anos de déficit hídrico. Essa resposta não foi observada no presente trabalho tanto no ensaio realizado na safra 2010, onde ocorreu déficit hídrico, como na safra 2011, que foi um ano com elevada precipitação pluvial (Anexo 01).

HILGEMBERG (2010), assim como observado no presente trabalho, não verificou resposta na produtividade para as cultivares OR-1 e BRS 208 quando da aplicação do trinexapac-ethyl. De acordo com a autora, isso ocorreu pelo fato da pouca influência do regulador de crescimento na maioria dos componentes de produção. FERNANDES (2009) também não observou variação de produtividade para a cultivar BRS 208 pelo o uso ou não do trinexapac-ethyl.

LIMA; LOVATO (1995) comentam que a falta de resposta da produtividade e de seus componentes à aplicação de reguladores de crescimento pode estar correlacionada à ausência de acamamento, propiciada pelas condições climáticas e de fertilidade do solo. Já ZAGONEL; FERNANDES (2007) observaram que independentemente da ocorrência do acamamento, o trinexapac-ethyl promove aumento da produtividade na cultura do trigo decorrente da melhor distribuição de fotoassimilados para os grãos, já que a altura e a massa das plantas diminuem. LOZANO; LEADEN (2001) atribuem o aumento de produção causado pelo trinexapac-ethyl às mudanças na arquitetura foliar das plantas, especialmente da

angulação da folha-bandeira, que fica mais ereta. Segundo RAJALA (2003), a resposta da produtividade em função do regulador de crescimento é variável na ausência de acamamento.

Tabela 15 – Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Supera. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>SUPERA</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>	
Sem	1825 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	1861 a
X + 15 dias	1656 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>	
Sem Modus	1825 a
Perfilhamento	1766 a
1 e 2 nó	1641 a
2 e 3 nó/emborrachamento	1972 a
CV	27,22

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%

Tabela 16 – Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2010 .

<b>QUARTZO</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>	
Sem	2563 a
Fim espigamento + 15 dias (X)	2286 a
X + 15 dias	2270 a
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>	
Sem Modus	2294 a
Perfilhamento	2497 a
1 e 2 nó	2247 a
2 e 3 nó/emborrachamento	2456 a
CV	23,99

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%

A menor produtividade encontrada na cultivar Quartzo (Tabela 17), safra 2011, para o sombreamento na fase de antese ao início de enchimento de grãos (X+15 dias), pode estar correlacionada ao menor peso de grãos (Tabela 11), pois a redução da radiação solar no início do enchimento de grãos (X + 15 dias) tem maiores efeitos no peso de grãos, visto que nessa fase o número de grãos já está definido. ZAGONEL; FERNANDES (2007) sugerem que a radiação incidente na região dos Campos Gerais durante o cultivo do trigo é insuficiente para a exteriorização do potencial produtivo do trigo e os resultados observados no presente trabalho indicam que para baixas produtividades a radiação solar é suficiente. Mostram também que a fase mais sensível à falta de radiação solar é após o florescimento.

Tabela 17 – Produtividade em função de épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial na cultivar de trigo Quartzo. Ponta Grossa, PR, 2011. (Continua)

<b>QUARTZO</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
----------------	----------------------

(Conclusão)

<b>QUARTZO</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
<b>SOMBREAMENTO</b>	
Sem	3032 a
Emborrachamento/Espigamento	2974 ab
Fim espigamento + 15 dias (X)	2815 ab
X + 15 dias	2718 b
<b>TRINEXAPAC-ETHYL</b>	
Sem Modus	2779 a
Perfilhamento	2933 a
1 e 2 nó	2966 a
2 e 3 nó/emborrachamento	2859 a
CV	9,53

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância Tukey 5%

## 6 CONCLUSÕES

Nas duas safras não foram observadas interações entre o sombreamento artificial e o trinexapac-ethyl.

As épocas de sombreamento artificial e de aplicação do trinexapac-ethyl não interferiram na área foliar, índice de colheita e diâmetro do colmo na cultivar Supera e Quartzo na safra 2010 e na Cultivar Quartzo na safra 2011.

O sombreamento artificial na fase correspondente ao final da antese e início do enchimento de grãos ( $X + 15$  dias) reduziu a produtividade da cultivar Quartzo na safra 2011, mas na safra de 2010 em ambas as cultivares estudadas (Quartzo e Supera) não houve essa redução.

Em ambas as safras, com o sombreamento artificial na fase correspondente ao final da antese e início do enchimento de grãos ( $X + 15$ ) houve redução no peso de grãos nas duas cultivares.

Na safra 2011, com a aplicação do regulador de crescimento houve redução no comprimento dos entre-nós e altura das plantas de trigo. Na safra 2010 apenas o pedúnculo foi reduzido com as aplicações do regulador de crescimento na cultivar Supera.

O trinexapac-ethyl não interferiu na produtividade em ambas as safras, tanto na cultivar Quartzo como na cultivar Supera, independente da época em que foi aplicado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D.B.; ADAMS, W.W.N. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. **Annual Reviews Plant Physiology. Plant Molecular Biology**, v.43, p.599-626, 1992.

ALMEIDA, M. L. **Modificação do afilhamento de trigo e aveia pela qualidade da luz**. Porto Alegre, 1998. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E. VALENTE, C. M. W.; SERRA, D. D. **Efeito do Regulador de Crescimento Trinexapac-Etil em Cevada Cervejeira Irrigada em Áreas de Cerrado do Distrito Federal**. Planaltina, D.F: Embrapa Cerrados, p.14. 2004.

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.

ASPINAL, D.; PALEG, L.G. Effects of day length and light intensity of growth of barley. III. Vegetative development. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.17, p.807-822, 1964.

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BACALTCHUK, B.; CHAVES, M.S.; LIMA, M.I.P.M.; COSTAMILAN, L.M.; MACIEL, J.L.N.; SALVADORI, J.R.; GAMBATTO, A. Características e cuidados com algumas doenças de trigo. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2006. 11 p. (Documentos Online, 64). Disponível em: < [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do64.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do64.htm)>. Acesso em: 25/05/2011.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; LORENCETTI, C.; VALÉRIO, I. P.; SCHMIDT, D. A. M.; HARTWIG, I.; RIBEIRO, G.; VIEIRA, E. A.; SILVA, J. A. G. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, 2005

BERRY, P.M.; SPINK, J.H.; GAY, A.P.; CRAIGON, J. A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 141, p. 191-202. 2003

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

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.

CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.69, n.3, p.259-266, 2001.

CASSAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A.; NETO, D. D.; JONG van LIER, Q.; MÜLLER, L.; MARTINS, T.N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura da soja – uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.2, p. 102-120, 2007.

COELHO DE ANDRADE, K. M. F. **Reguladores de crescimento aplicados em diferentes doses e épocas em cultivares de trigo**. Ponta Grossa: 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

COLLE, C.A. A cadeia produtiva do trigo no Brasil: contribuição para geração de emprego e renda. 1998. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). 89p. Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas – IEPE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. 160 f.

CORREPAR, Corretora de Mercadorias. Disponível em: < [http://www.correpar.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=7071&Itemid=39](http://www.correpar.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=7071&Itemid=39) >. Acesso em: 20/03/2011.

CRUZ, P.J; CARVALHO, F.I.F; CAETANO, V.R.C; SILVA, S.A; KUREK, A.J; BARBIERI, R.L. Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum. **Ciência Rural**. v.31, n.5, 2001.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, June, 1988.

DAVIS, M .H.; SIMMONS, S. R. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plant. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 17, n. 7, p. 829-836, 1994.

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33)

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.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2006.

ESTRADA-CAMPUZANO, G.; MIRALLES, D.J.; SLAFER, G.A. Yield determination in triticale as affected by radiation in different development phases. **European Journal of Agronomy**. v.28, p. 597-605, 2008.

FAGERNESS, M.J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapacethyl. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 4, p. 1028-1035, 1998.

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.

FISCHER, R.A. The importance of grain or kernel number in wheat: A replay to Sinclair and Jamiieson. **Field Crops Research**, v.105, p.15-21,2008

FRIEND, D.J.C. Ear length and spikelet number of wheat grown at different temperatures and light intensities. **Canadian Journal of Botany**, v.43, p.345-353, 1965a.

FRIEND, D.J.C. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity. **Canadian Journal of Botany**, v.43, p.1063-1076, 1965b.

GENT, M. P. N. Photosynthate reserves during grain filling in winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, p.159-167, 1994.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

HILGEMBERG, P. **Densidades de semeadura e reguladores de crescimento afetando o trigo**. Ponta Grossa: 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná** - Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1227>. Acesso em: 03/03/2011.

JIANG, A.C.D.; GAOB, H.Y.; ZOUB, Q.; JIANGA, G.M.; LIA, L. H. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, p.1-10, 2004.

JUDEL, G.K.; MENGEL, K. Effect of shading on nonstructural carbohydrates and their turnover in culms on leaves during the grain filling period of spring wheat. **Crop Science**, v.22, p.958-962, 1982.

KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

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.

LAMAS, F.M. Reguladores de crescimento. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Algodão, Dourado, 2001. 296p.

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. **Efecto de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y altura en dos cultivares de trigo**. In: Congreso 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/leadn.htm>>. Acesso em 22/05/2011.

LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.; COLABELLI, M.N. **Efecto de trinexapac ethyl sobre la morfología del tallo en dos cultivares de trigo**. In: Congreso 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-deltalloleadn.htm>>. Acesso em: 22/05/2011.

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.

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.

MUNDSTOCK, C. M. Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste, triticales. Porto Alegre: NBS, 1983.

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.

OR SEMENTES (a). **Trigo Quartzo. Mais Rendimento**. 2011. Disponível em: <[http://www.orsementes.com.br/index.php?id\\_menu=ver\\_cultivar&id\\_cultivar=29&title=QUARTZO](http://www.orsementes.com.br/index.php?id_menu=ver_cultivar&id_cultivar=29&title=QUARTZO)>. Acesso em: 12/02/2012

OR SEMENTES (b). **Precocidade com Produtividade**. 2011. Disponível em: [http://www.orsementes.com.br/index.php?id\\_menu=ver\\_cultivar&id\\_cultivar=26&title=SUPERA](http://www.orsementes.com.br/index.php?id_menu=ver_cultivar&id_cultivar=26&title=SUPERA). Acesso em: 12/02/2012

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

PENCKOWSKI, L.H.; FERNANDES, E.C.; **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados**. Castro, fundação ABC, 2010, 3 ed., 68 p.

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.

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.

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.

RAHMAN, M.S.; WILSON, J.H.; AITKEN, Y. Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.28, p.575-581, 1977.

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 20/05/2011.

RIGON, L.; REETZ, E.; VENCATO, A.; ROSA, G. R.; CORRÊA, S.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro do milho 2006**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.

RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.; PETERSON, C.M. Wheat seedling growth and developmental response to incident photosynthetically active radiation. **Agronomy Journal**, v.77, p.283-287, 1985.

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

SALOMON, M. V. **Trigo: avaliação de linhagens diaplóides via cultura de anteras**. 2001, 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: UEPG, 1998. p. 133-134.

SANTIN, T.B.; MARCHESE, J.A.; NEGRI, R.C.; FAVERSANI, J.C.; CAPELIN, D.; PISSAIA, E.; CIVIERO, J. C.; PALADINI, M. V.; BENIN, G.; RODRIGUES, O. Efeito da temperatura e da radiação no desenvolvimento e produtividade do trigo BRS 220. In: **XIV SICITE**. UTFPR, v.I, seção de agronomia. <[http://www.nacamura.com.br/sicite2009/artigos\\_sicite2009/329pdf](http://www.nacamura.com.br/sicite2009/artigos_sicite2009/329pdf)>. Acesso em: 29/01/2012.

SCHEEREN, P.L., FÉLIX DE CARVALHO, F. I., FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo à baixa luminosidade e suas implicações com o melhoramento genético. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45228/1/Pad21496.pdf>> Acesso em: 23/02/2012.

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.

SILVA, O.C.; SCHIPANSKI, C.A; FREITAS, J. **Controle planejado**. Caderno técnico Cultivar, Pelotas, R.S., ano XI, n<sup>o</sup>97, p.3-5, julho 2007.

SYNGENTA. “Moddus, Regulador de Crescimento” – No se rinde fortalece El rendimiento de su trigo. Boletim técnico. Chile, 2003.

TILMAN, D. Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1988, 362 p.

WEILER, E.W., ADAMS, R. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163'935. In: Brighton Crop Protection Conference – Weeds. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1991. p.1133-8.

WILLEY, R.W.; HOLLIDAY, R. Plant population and shading studies in barley. **Journal of Agricultural Science**, v.77, p.445-452, 1971.

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.

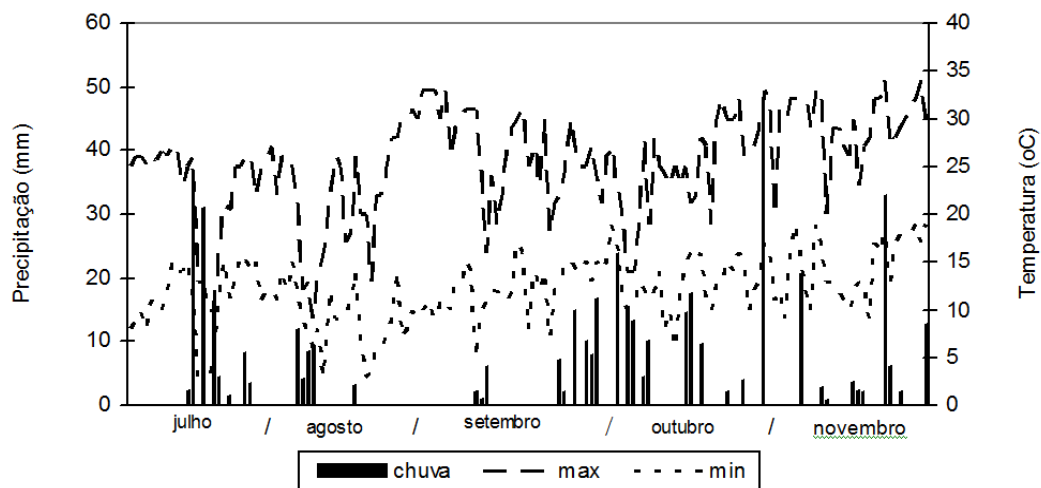
ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p. 331-339, 2007.

ZAGONEL, J. 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.

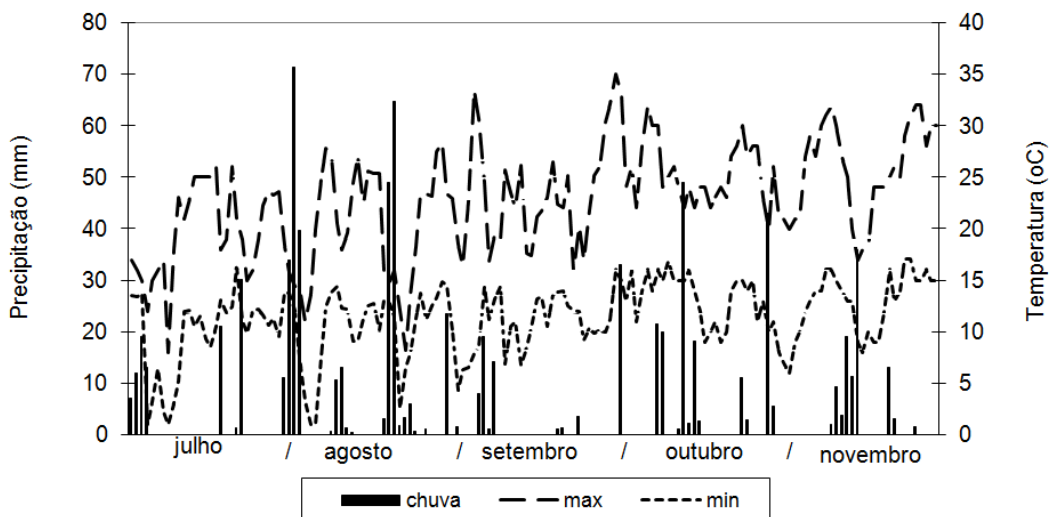
ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores** (Software). Pelotas, UFPel, 138 p. 1984.

## ANEXO 01

## Dados de temperatura e de precipitação durante a safra 2010 e 2011



**Figura 01** – Dados de temperatura e precipitação em Ponta Grossa – PR no decorrer da safra de trigo no ano de 2010.



**Figura 02** – Dados de temperatura e precipitação em Ponta Grossa – PR no decorrer da safra de trigo no ano de 2011.



## ANEXO 02

## Fotos da área experimental



**Figura 03** – Foto da área experimental na safra 2011, tomando atenção para a diferença na altura das plantas de trigo onde foram tratadas com Trinexapac ethyl.



**Figura 04** – Foto da área experimental na safra 2011, tomando atenção para o sombreamento das parcelas.