

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

PÂMELLA HILGEMBERG

DENSIDADES DE SEMEADURA E REGULADORES DE CRESCIMENTO AFETANDO
O TRIGO

PONTA GROSSA
2010

PÂMELLA HILGEMBERG

DENSIDADES DE SEMEADURA E REGULADORES DE CRESCIMENTO AFETANDO
O TRIGO

Dissertação apresentada ao curso de pós-
graduação de Agronomia da Universidade
Estadual de Ponta Grossa como requisito
a obtenção ao título de Mestre.
Orientador: Professor Jeferson Zagonel

PONTA GROSSA
2010

Dedico a Deus que há de dar-nos força em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade de estudo e proporcionar a estrutura física para realização dos experimentos.

Ao Professor Jeferson Zagonel pelo auxílio infinito e intensa boa vontade durante a condução deste trabalho.

A minha família, pelos dias e noites de alegria e apoio durante a minha vida toda, especialmente aos meus pais e irmãos que sempre estão disponíveis para o que precisar.

Aos funcionários do Campus e da Fazenda Escola, pelo sempre pronto atendimento quando necessário.

A Eliana Cuéllar Fernandes pelo auxílio e ensinamentos durante a condução do experimento.

Ao Fernando Sandini, pelo incentivo constante.

E também aqueles não mencionados que de alguma forma colaboraram direta ou indiretamente por esta etapa da minha vida.

O Senhor é meu Pastor, nada me faltará...
(Salmo 23)



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

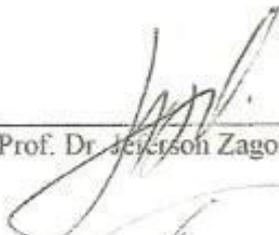
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Titulo da Dissertação: "DENSIDADES DE SEMEADURA E REGULADORES DE CRESCIMENTO AFETANDO O TRIGO".

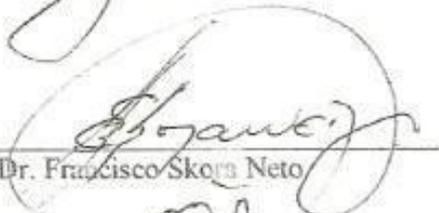
Nome: Pâmella Hilgemberg

Orientador: Jeferson Zagonel

Aprovado pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Jeferson Zagonel



Dr. Francisco Skora Neto



Profa. Dra. Silvana Ohse

Data da Realização: 19 de agosto de 2010.

RESUMO

Um manejo correto com custos menores na cultura pode fazer diferença quando se considera a maximização da produtividade por área da cultura do trigo. Assim, as técnicas de manejo devem ser ajustadas de forma a proporcionar maior lucratividade o aos produtores de trigo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de reguladores de crescimento e de densidades de plantio em três cultivares de trigo. Os experimentos foram implantados da Fazenda Escola Capão da Onça, no ano de 2008, safra inverno. Os tratamentos foram seis densidades de semeadura (150, 300, 450, 600, 750 e 900 sementes m⁻²) e o uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl, para as cultivares BRS208 e OR1. Para a cultivar Safira, os tratamentos foram seis densidades de semeadura (150, 300, 450, 600, 750 e 900 sementes m⁻²) e os reguladores trinexapac-ethyl e cycocel & ethephon. Em todos os experimentos os reguladores foram aplicados entre o 1° e 2° nó visível. O aumento da população de plantas diminuiu o número de perfilhos por planta, a área foliar por planta, n° de folhas verdes por planta mãe e aumentou a produtividade para as cultivares safira e OR1. Nos experimentos não foi observada a presença de acamamento, mesmo na cultivar Safira, mais suscetível. Para a cultivar Safira observou-se efeito dos reguladores no comprimento da folha bandeira, e para a cultivar OR1, o trinexapac-ethyl afetou a largura da folha bandeira. Para a cultivar safira verificou-se o efeito dos reguladores na diminuição de altura, que ocorreu mais especificamente no 2°, 3° e 4° entrenós. O uso de reguladores de crescimento nos experimentos conferiu uma diminuição de altura das plantas, e para a cultivar safira, os reguladores promoveram maior produtividade, o que não ocorreu para OR1 e BRS208.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, trinexapac-ethyl, cycocel & ethephon

ABSTRACT

A correct management with lower costs in the crop can make a difference when one considers the maximization of yield for area of wheat crop management techniques should be adjusted to provide the greater profitability for producers of wheat. The aim of this study was to evaluate the effect of growth regulators and plant densities in three wheat cultivars. The experiments were deployed Farm School Capão da Onça in 2008, winter season. The treatments were sowing densities (150, 300, 450, 600, 750 and 900 seeds m^{-2}) and with or without the growth regulator trinexapac-ethyl, in cultivars BRS208 and OR1. In the cultivar Safira, the treatments were six sowing rates (150, 300, 450, 600, 750, 900 seeds m^{-2}) and regulators, trinexapac-ethyl and cycocel & ethephon. In all experiments, the regulators were applied between 1° and 2° node visible. Increasing the plant population decreased the number of tillers per plant, leaf area per plant, n° green leaves per plant mother and increased productivity for the cultivars safira and OR1. In the experiments did not observe the presence of lodging, even in the cultivar safira, more susceptible. To cultivate safira observed an effect of regulators in the length of flag leaf, and to cultivate OR1, trinexapac-ethyl affected the width of the flag leaf. In the cultivar safira saw the effect of regulators in the reduction in height, which occurred specifically in 2°, 3° and 4° internodes. The use of growth regulators in the experiments gave a decrease of plant height, for and the cultivar safira, regulators contributed to higher productivity, which was not observed OR1 and BRS208.

Key words: *Triticum aestivum*, trinexapac-ethyl, cycocel & ethephon

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01-	Plantas metro ⁻² , em função de diferentes densidades de semeadura na cultivar safira na média do uso ou não de reguladores.....	44
Figura 02 -	Comprimento do 4°, 5° e 6° entrenós ,da cultivar safira, na colheita em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	46
Figura 03-	Altura planta mãe da cultivar safira, na antese, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	48
Figura 04-	Comprimento do pedúnculo da cultivar safira, na antese, em função de diferentes densidades de semeadura para o não uso de regulador de crescimento e o uso de cycocel & ethephon.....	50
Figura 05-	Diâmetro do colmo da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	53
Figura 06-	Número de folhas verdes em 19/09/08 e em 10/10/08 da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	54
Figura 07-	Número de perfilhos planta ⁻¹ da cultivar safira, na fase da antese, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	56
Figura 08-	Número de colmos metro ⁻¹ da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	57
Figura 09-	Número de espigas metro ⁻¹ da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	58
Figura 10-	Peso do hectolitro da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	63
Figura 11-	Produtividade da cultivar safira,em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores.....	64
Figura 12-	Plantas metro ² das cultivares de trigo OR1 e BRS 208, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	65

Figura 13-	Comprimento do pedúnculo do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	68
Figura 14-	Folhas verdes da planta mãe das cultivares de trigo OR1 e BRS208, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	72
Figura 15-	Perfilhos planta ⁻¹ das cultivares de trigo OR1 e BRS 208, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	74
Figura 16-	Colmos metro ⁻¹ (n°) da do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	77
Figura 17-	Produtividade do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	82
Figura 18-	Peso do hectolitro do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 01-	Características químicas do solo do experimento.....	33
Tabela 02-	Comprimento dos entrenós da cultivar safira, na fase colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	46
Tabela 03-	Comprimento dos entrenós da cultivar safira, na fase da colheita, em função da densidade de sementeira (média do uso ou não de reguladores).....	46
Tabela 04-	Altura planta mãe da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	48
Tabela 05-	Comprimento do pedúnculo da cultivar Safira, na fase da antese, do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	49
Tabela 06-	Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	51
Tabela 07-	Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	51
Tabela 08-	Diâmetro do colmo da cultivar safira, na fase da colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	52
Tabela 09-	Duração da folhas verdes da cultivar safira, na antese e no enchimento de grãos, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	54
Tabela 10-	Número de perfilhos planta ⁻¹ (da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	55
Tabela 11-	Colmos metro ⁻¹ da cultivar safira, na colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	57
Tabela 12-	Espigas viáveis metro ⁻¹ da cultivar safira, na colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de sementeira).....	58

Tabela 13-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos da cultivar safira, na colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura).....	60
Tabela 14-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos da cultivar Safira, na colheita, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de reguladores).....	60
Tabela 15-	Peso do hectolitro e produtividade da cultivar safira, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura).....	63
Tabela 16-	Altura da planta mãe de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	67
Tabela 17-	Altura da planta mãe de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	67
Tabela 18-	Comprimento do pedúnculo de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	68
Tabela 19-	Comprimento da folha bandeira de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	69
Tabela 20-	Largura da folha bandeira de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	69
Tabela 21-	Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar OR1, na antese, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	69
Tabela 22-	Diâmetro do colmo de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	70
Tabela 23-	Diâmetro do colmo de duas cultivares de trigo em função das densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	71
Tabela 24-	Folhas verdes planta mãe de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	72
Tabela 25-	Área foliar planta ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do	

	uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	73
Tabela 26-	Área foliar planta ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	73
Tabela 27-	Perfilhos planta ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	74
Tabela 28-	Massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca das espigas da cultivar OR1 e BRS208, antese, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura).....	75
Tabela 29-	Massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca das espigas da cultivar OR1 e BRS208, na antese, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	76
Tabela 30-	Número de colmos metro ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	77
Tabela 31-	Espigas viáveis metro ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	78
Tabela 32-	Espigas viáveis metro ⁻¹ de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	78
Tabela 33-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiguetas ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos, da cultivar OR1, na colheita, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura).....	79
Tabela 34-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiguetas ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos, da cultivar BRS208, na colheita, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura).....	79
Tabela 35-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiguetas ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos, da cultivar OR1, na colheita, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	80
Tabela 36-	Espiguetas espiga ⁻¹ , grãos espiguetas ⁻¹ , grãos espiga ⁻¹ , massa de mil grãos, da cultivar BRS208, na colheita, em função das seis	

	densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento).....	80
Tabela 37-	Produtividade de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	82
Tabela 38-	Peso do hectolitro de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura).....	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVO GERAL	18
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	TRIGO.....	19
3.1.1	Trigo, Mundo e Brasil.....	19
3.1.2	Trigo e Importância.....	20
3.1.3	Trigo e Origem.....	20
3.1.4	Trigo e suas características.....	21
3.2	MANEJO DA CULTURA DO TRIGO.....	21
3.2.1	Densidade de plantas e acamamento do trigo.....	22
3.3	REGULADORES DE CRESCIMENTO.....	25
3.3.1	Efeitos dos reguladores de crescimento nas plantas de trigo.....	26
3.3.2	Trinexapac-ethyl (Moddus®).....	27
3.3.3	Ethephon.....	30
3.3.4	Cycocel - Chloromequat chloride.....	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1	LOCAL.....	33
4.1.1	Clima da região.....	33
4.2	DESCRIÇÃO DAS CULTIVARES.....	34

4.2.1	Cultivar OR1.....	34
4.2.2	Cultivar BRS208.....	34
4.2.3	Cultivar Safira.....	35
4.3	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS.....	35
4.3.1	Trinexapac-ethyl – Moddus.....	35
4.3.2	Cycocel & ethephon – BCS-GR1.....	36
4.4	SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS.....	36
4.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	37
4.5.1	Área útil.....	38
4.5.2	Aplicação dos tratamentos.....	38
4.6	AVALIAÇÕES.....	39
4.6.1	Estande da parcela.....	39
4.6.2	Área foliar, massa seca dos colmos, folhas e espigas.....	39
4.6.3	Número de perfilhos, altura de plantas, comprimento do pedúnculo e comprimento e largura da folha bandeira.....	40
4.6.4	Comprimento e diâmetro dos entrenós.....	40
4.6.5	Folhas verdes por planta.....	40
4.6.6	Acamamento.....	41
4.6.7	Componentes de produção e produtividade.....	41
4.6.8	Peso do hectolitro.....	41
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1	CULTIVAR SAFIRA.....	43

5.1.1	Número de plantas metro ⁻¹	43
5.1.2	Comprimento dos entrenós.....	44
5.1.3	Altura planta mãe.....	47
5.1.4	Comprimento do pedúnculo.....	49
5.1.5	Comprimento e largura da folha bandeira.....	50
5.1.6	Diâmetro do colmo.....	52
5.1.7	Duração das folhas verdes.....	53
5.1.8	Número de perfilhos planta ⁻¹	54
5.1.9	Número de colmos metro ⁻¹	56
5.1.10	Espigas viáveis metro ⁻¹	57
5.1.11	Componentes de produção.....	59
5.1.12	Acamamento.....	61
5.1.13	Peso do hectolitro e produtividade.....	61
5.2	CULTIVARES BRS208 E OR1.....	64
5.2.1	Plantas metro ⁻¹	64
5.2.2	Altura de plantas.....	65
5.2.3	Comprimento do pedúnculo.....	67
5.2.4	Comprimento e largura da folha bandeira.....	68
5.2.5	Diâmetro do colmo.....	70
5.2.6	Número de folhas verdes planta ⁻¹	71
5.2.7	Área foliar.....	72
5.2.8	Número de Perfilhos planta ⁻¹	73
5.2.9	Massa seca das folhas, colmos e espigas.....	75
5.2.10	Número de colmos metro ⁻¹	76
5.2.11	Espigas viáveis metro ⁻¹	77

5.2.12	Componentes de produção.....	78
5.2.13	Produtividade e peso do hectolitro.....	80
6	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

Devido a preços baixos do trigo nos últimos anos, a tentativa de se obter maiores produtividades tem sido intensa, para que o cultivo do trigo seja vantajoso e lucrativo. Assim várias práticas tem sido utilizadas para aumentar a produtividade. Dentre elas, estão o uso de maiores densidades de plantas e de reguladores de crescimento.

O aumento da densidade de plantas é um fator de manejo que influencia a produção de grãos (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006). Assim, diferentes densidades geram diferenças na produção de perfilhos, devido à variação de luz disponível, de forma que afetam o balanço hormonal das plantas, sua morfologia e componentes de produção (ALVES, 1998). No entanto, o aumento de população pode resultar no acamamento das plantas, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos.

O uso de reguladores de crescimento é uma prática difundida com sucesso no Brasil e na Europa, visto que os mesmos tem-se mostrado efetivos na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando o acamamento (AMREIN; RUFENER; QUADRANTI, 1989; KERBER; LEYPOLD; SEILER, 1989; ZAGONEL et al., 2002). Entre os reguladores de crescimento, os principais utilizados em cereais são o cloreto do chlormequat, ethephon e trinexapac-ethyl (BERRY et al. 2004; STACHECKI; PRACZYKIT; ADAMCZEWSKI, 2004). Destes reguladores tanto o trinexapac-ethyl como cloreto de chlormequat atuam pela inibição de giberelinas ativas nas plantas, enquanto o ethephon atua na planta de forma que ocorra a liberação do etileno, assim ambos atuam em hormônios das plantas.

No Brasil o trinexapac-ethyl tem sido utilizado pela maioria dos produtores tecnificados, mesmo em cultivares de porte baixo, visto que resultados de vários autores

mostram aumento de produtividade, independente da ocorrência ou não do acamamento. No entanto, nem sempre isso ocorre, principalmente por efeito do clima e da resposta da cultivar. Para o ethefon e o chlormequat são poucos os estudos dos efeitos na produtividade, sendo as respostas do trigo mais comuns em relação ao acamamento.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características agronômicas e produtividade do trigo em função de diferentes densidades de semeadura, aliadas ao uso ou não de reguladores de crescimento.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as diferentes densidades de semeadura e verificar qual permite uma maior produtividade aliada ao não aos reguladores de crescimento;
- Verificar a efetividade na redução de altura e ganho de produtividade dos reguladores de crescimento, cycocel & ethephon e trinexapac-ethyl.
- Verificar a possibilidade de aumento da densidade de semeadura com uso de reguladores de crescimento, e sem ocorrência de acamamento.
- Caracterizar alterações morfológicas nas plantas, causadas pelas diferentes densidades de semeadura e pelo uso de reguladores de crescimento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TRIGO

O trigo é a segunda maior cultura de cereais cultivada no mundo (RIGON et al., 2006). Desde 1979, quando a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) mantém histórico de dados para o cereal, a área máxima semeada foi de 3,90 milhões de hectare, enquanto a área mínima foi de 1,03 milhões de ha (CONAB, 2009). Sua participação é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e grandes propriedades da região Sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação e/ou sucessão com as culturas da soja e do milho, em semeadura direta (VALÉRIO et al., 2009).

Em 2009, a produtividade média da lavoura brasileira caiu cerca de 15%, para uma média de duas toneladas por ha, também por conta de um ataque intenso de fungos nas principais regiões produtoras, em meio à elevada umidade no período de cultivo (SAMORA, 2010).

3.1.1 Trigo, Mundo e Brasil

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em sua última estimativa de março, projetou a produção mundial de trigo para o período 2008/09 em 684,43 milhões de toneladas, um aumento de produção de 12% sobre o volume estimado para o período anterior. A produção brasileira de trigo em 2008 aumentou 47,1% em relação ao ano anterior, situando-se em 6,0 milhões de toneladas, considerada a segunda maior dos últimos dez anos, sendo inferior apenas as 6,1 milhões de toneladas produzidas em 2003. A expansão decorreu

de aumento de 30,7% na área colhida e de 12,6% na produtividade, demonstrando também aumento do uso de tecnologia e conseqüentemente dos custos (SILVA, 2009).

No Brasil, a área cultivada com trigo na safra 2009/2010 foi de 2.446,8 mil hectares, distribuídas em três regiões e oito Estados. A maior concentração de cultivo está localizada no Estado do Paraná, região Sul, com 1.292,0 mil hectares, correspondente a 52,8% da área total (COGO, 2010).

3.1.2 Trigo e importância

O trigo fornece cerca de 20% das calorias provenientes de alimentos consumidos pelo homem. Possui uma proteína - glúten - não encontrada em outros grãos, o que faz do trigo componente indispensável para muitos alimentos. O trigo é útil ao homem através de seus derivados imediatos, como farinhas (branca e integral) e trigoilho (SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2009).

O trigo é uma das poucas opções de cultivos na região sul do Brasil, onde é importante no controle da erosão, na rotação de culturas e assume importância como prática adicional para a manutenção da capacidade de produção dos solos (EMBRAPA, 2009).

3.1.3 Trigo e Origem

É remotíssima a origem do trigo. O homem cultivava o *Triticum vulgare*, pelo menos há seis mil anos, no início, triturando-o entre pedras rústicas, para aproveitar a farinha. Foram encontrados grãos de trigo nos jazigos de múmias do Egito, nas ruínas das habitações lacustres da Suíça e nos tijolos da pirâmide de Dashur, cuja construção data de mais de três mil anos antes de Cristo (ESALQ-USP, 2008).

Acredita-se que o trigo, como conhecemos hoje, seja originário de gramíneas silvestres que nasciam em volta ao Rio Tigre e Eufrates, por volta de 15.000 A.C. Estes trigos primitivos tinham espigas muito frágeis que se soltavam com a maturação, e foram muitos anos de seleção e de melhoramento para termos o trigo como ele é hoje. O trigo pode ter sido uma das primeiras culturas testadas pelos portugueses no Brasil, por volta de 1534, quando Martim Afonso de Souza trouxe as primeiras sementes para serem cultivadas na Capitania de São Vicente, a partir daí sendo difundido por todas as outras capitanias até a Ilha de Marajó (ESALQ-USP, 2008).

3.1.4 Trigo e suas características

O trigo (*Triticum aestivum*), é uma poaceae, pertencente ao grupo dos cereais, com ciclo anual entre 90 a 180 dias. Os colmos são eretos e são formados de nós e entrenós, com folhas alternadas, longas e finas, e as flores surgem nas extremidades dos colmos, presas a um eixo chamado raque. Dentro do gênero *Triticum* há 14 espécies, mas apenas cinco são de importância, e cultivadas comercialmente. O trigo comum abrange cerca de 90% da produção mundial, e é classificado com base nas suas propriedades físicas e químicas, relacionadas ao desempenho industrial (EMBRAPA, 2009).

3.2 MANEJO DA CULTURA DO TRIGO

A obtenção de altos rendimentos das culturas só é possível quando todos os fatores de produção são manejados corretamente. O manejo da cultura do trigo integra a adoção de determinadas práticas, como época de semeadura, espaçamento e densidade de sementes

adequadas, aumento do nível de fertilidade do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas, evitar o acamamento de plantas (RODRIGUES; VARGAS, 2002).

3.2.1 Densidade de plantas e acamamento do trigo

Em geral, a quantidade de sementes a ser utilizada no trigo visa a obtenção de densidades de 300 a 400 plantas m^{-2} (IAPAR, 2000; SEGRANDREDO, 1999), sendo as menores quantidades recomendadas para solos de alta fertilidade. A densidade de semeadura é considerada como uma das técnicas culturais que mais influenciam produtividade de grãos e seus componentes (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; SPARKES; HOLME; GAJU, 2006).

A maximização do rendimento de grãos em relação à densidade de semeadura está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, o que também influencia, de forma direta, o número de espigas produzidas por unidade de área (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006).

Pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas na semeadura. Outra característica da cultura é a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura (MUNDSTOCK, 1999).

A grande diversidade no padrão de perfilhamento dos genótipos de trigo faz com que não haja clareza nos critérios para a escolha de uma densidade de semeadura mais adequada. Na maioria das vezes que não há relação direta entre o número de perfilhos férteis e rendimento de grãos (SPARKES; HOLME; GAJU, 2006).

A emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são de extrema importância para a cultura do trigo. Este caráter está diretamente relacionado ao número de espigas por unidade de área e indiretamente aos componentes da produção: número de grãos por espiga e massa de grãos (DAVIDSON; CHEVALIER, 1990).

A manutenção da produtividade, em diferentes densidades de semeadura, está ligada ao fato de que ocorre compensação entre os componentes da produção (HOLEN et al., 2001). Uma das conseqüências advindas da utilização de maior densidade de semeadura é a elevação da estatura da planta e diminuição do diâmetro do caule, características estas que dispõem as plantas a maior acamamento ou quebra de plantas (SCHMIDT, 1985).

Zagonel, Venâncio e Kunz (2002), em experimento realizado em Ponta Grossa, PR, avaliando densidades de trigo, verificaram que o aumento da densidade resultou em plantas de trigo com menor massa seca e diâmetro do caule, deixando as plantas mais suscetíveis ao acamamento. Concluíram que com o aumento da densidade de plantas o número de grão por espiga diminuiu, e o número de espigas m^{-1} e a massa de mil grãos aumentaram, mas sem afetar a produtividade, mostrando efeito compensatório entre os componentes da produção.

Valério et al. (2008), em experimento realizado em Pelotas, RS, avaliando diferentes densidades de semeadura para o trigo, relataram que a expressão do potencial de perfilhamento foi dependente da densidade de semeadura e que o aumento da densidade promoveu maior perfilhamento e diminuição da massa de mil grãos, mostrando que a maior produção de espiga por unidade de área acaba gerando uma maior competição por fotoassimilados, diminuindo assim a massa de mil grãos.

Os genótipos com menor potencial de perfilhamento são mais afetados pela densidade de semeadura, o que representa a importância destes genótipos nas densidades adequadas, para uma maior contribuição do número de espigas por unidade de área (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006).

Pinthus (1973) definiu o acamamento como 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 do colmo. O acamamento, muitas vezes envolve a ruptura dos tecidos, desconectando a vascularização do colmo e, portanto, impedindo a recuperação da planta (FAHN, 1975).

No trigo, na cevada e na aveia, o acamamento da haste é causado geralmente por uma das bases curvadas dos entrenós (NEENAN; SPENCER-SMITH, 1975; MULDER, 1954) e tem como resultado a haste superior e a espiga deitados horizontalmente.

Vários fatores contribuem no processo de acamamento, entre os quais: vento, precipitação mensal, topografia, tipo do solo, práticas culturais, doenças e nutrientes no solo (BERRY et al., 2004).

Mesmo com o uso de variedades modernas, que incorporem genes de baixa estatura e que potencialmente reduzem a incidência de acamamento quando comparadas com materiais mais antigos (BRANCOURT et al., 2003), ainda é grande a ocorrência do acamamento, principalmente em áreas de alta fertilidade e de alta frequência de ocorrência de fatores meteorológicos que atuam como agentes causadores de acamamento, situação muito comum em áreas de cultivo de cereais no Sul do Brasil (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003).

Tentativas de reduzir o risco de acamamento das culturas foram introduzidas nos anos 60 e 70 com a produção de espécies de plantas semi-anãs e o efeito resultante foi o aumento da produtividade. Os reguladores de crescimento da planta (PGRs) também foram usados para diminuir a altura da cultura e reduzir o acamamento dos cereais. Três tipos principais de PGRs foram introduzidos, incluindo: cycocel (1960), ethephon (depois de 1980) e trinexapac-ethyl (meio de 1990) (BERRY et al., 2004; STACHECKI; PRACZYKIT; ADAMCZEWSKI, 2004).

3.3 REGULADORES DE CRESCIMENTO

Nas plantas, muitos processos bioquímicos e fisiológicos são controlados por hormônios, que alteram e controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Esses hormônios naturais são como mensageiros atuando no crescimento em partes da planta. Os cinco grupos de hormônios naturais nas plantas são: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico.

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas ou naturais, que aplicadas nas plantas influenciam no seu desenvolvimento e crescimento, alterando o balanço hormonal das plantas (HARTMANN et al., 1988; REDDY et al., 1995; LAMAS, 2001).

Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas, podendo agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas, citocinina e etileno, ao impedir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas, de acordo com o estágio fenológico de aplicação e a dose empregada (SAMPAIO, 1998). Normalmente se ligam a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais afetam a iniciação ou causam modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (RODRIGUES et al., 2003).

O crescimento de plantas é influenciado pelo uso de reguladores vegetais, que podem alterar diferentemente os órgãos das plantas, influenciando seu porte. Essa alteração pode afetar também a produção de massa seca e, conseqüentemente, a produtividade (MARTINS e CASTRO, 1999).

Alguns compostos sintéticos aplicados exogenamente podem regular o alongamento da haste com a diminuição da biossíntese das giberelinas ou liberação de etileno. Reguladores de crescimento são usados para encurtar o colmo e aumentar, desse modo, a resistência das plantas ao acamamento (RAJALA, 2003). Porém esta focalização de estudo apenas na

redução do crescimento vem sendo questionada em função dos resultados de novas pesquisas, que tem mostrado que mudanças estruturais na planta estão associadas a mudanças metabólicas, induzidas por reguladores vegetais (MARTINS; CASTRO, 1999). Assim, vários autores têm verificado que o uso de reguladores de crescimento tem afetado os cereais de diversas formas, como na arquitetura de plantas, nos componentes de produção e na produtividade da cultura, mesmo na ausência de acamamento (RODRIGUES; VARGAS, 2002; ZAGONEL et al., 2002; FERNANDES, 2009; PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010)

Entre os reguladores de crescimento usados em cereais os que mais têm se destacado são, o cloreto de 2-cloro etil trimetilamônia, conhecido como cycocel, recomendado para a cultura de trigo na década de 1960, e ethephon (2-cloro-etil ácido fosfônico) recomendado para a cultura de cevada na década de 1970. Em 2002, foi lançado no mercado o Moddus (trinexapac-ethyl), um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós (RODRIGUES et al., 2003).

O efeito dos reguladores de crescimento é afetado por fatores externos, alguns controláveis outros não, como dose, época de aplicação, época de semeadura da cultura, condições ambientais, nutrição e sanidade da cultura (RODRIGUES et al., 2003).

3.3.1 Efeitos dos reguladores de crescimento nas plantas de trigo

Os reguladores de crescimento têm como característica principal a redução da altura das plantas de trigo, devido a redução dos seus entrenós, assim aumentando a resistência ao acamamento (RODRIGUES e VARGAS, 2002), e como consequência apresentam folhas menores, mais espessas e com coloração verde mais escura (PAZZETI; JUNIOR; SCHWENING, 2009).

A redução de altura que ocorre com o uso de reguladores, evita o acamamento, em função do espessamento dos tecidos da base da planta, que aumenta o diâmetro do colmo (SYNGENTA, 2003).

O uso de regulador de crescimento interfere também na arquitetura das plantas, deixando as mais eretas, resultando em um melhor aproveitamento da radiação luminosa (PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010), já que a radiação incidente sobre a cultura e sua distribuição afetam o crescimento das plantas no fenômeno chamado fotoperiodismo e na fotossíntese (BIOMETEOROLOGIA, 2006).

Em estudos realizados pela Fundação ABC em 2009, foi verificado que o uso do regulador de crescimento trinexapac-ethyl conferiu plantas de trigo com uma maior taxa de nitrogênio foliar (PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010).

O uso de reguladores de crescimento tem favorecido em algumas situações o aumento da produtividade de grãos em cereais, contudo a causa deste efeito não está perfeitamente esclarecida (RODRIGUES; VARGAS, 2002).

3.3.2 Trinexapac-ethyl (Moddus®)

Entre os reguladores de crescimento atualmente em uso, o trinexapac-ethyl tem se destacado pela eficiência na redução da estatura das plantas de cereais de inverno (FAGERNESS; PENNER, 1998; LOZANO; LEADEN, 2002), evitando o acamamento (AMREIN; RUFENER; QUADRANTI, 1989; KERBER; LEYPOLD; SEILER, 1989; RADEMACHER, 2000; ZAGONEL et al., 2002; ZAGONEL; KUNZ, 2005; PENCKOWSKI, 2006).

O trinexapac-ethyl é produto sintético, que quando aplicado na planta inibe a síntese da giberelina natural (mimetismo). Para ocorrer a ação normal da giberelina na planta existe

uma rota que faz a conversão de GA20 a GA1, mas quando se usa giberelinas sintéticas, há pouca produção ou nada de GA1, e ocorre o acúmulo do GA20, e GA29, assim a giberelina acaba não desempenhando o total de sua função, acarretando na diminuição do crescimento das plantas (SRIVASTAVA, 2002).

Quando testadas, as giberelinas GA1 e GA20 em plantas anãs, estas respondem com alongação para o GA1, mas não alongam com o GA20, mostrando que a alongação é dependente do GA1, o qual, quando no uso de mimetizadores da giberelina, não é formado, pois os reguladores sintéticos inibem a síntese de GA1 (DAVIES, 1987; WEILER; ADAMS, 1991; SRIVASTAVA, 2002). O trinexapac-ethyl também inibe parcialmente o transporte de elétrons na mitocôndria, diminuindo a respiração celular, indicando outro local de ação deste redutor (HECKMAN et al., 2002).

O trinexapac-ethyl é seletivo para cultura do trigo e cevada, não causando perda de produtividade e, ainda em alguns casos revelando efeito positivo na produtividade dessas culturas (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003).

Zagonel et al. (2002), avaliaram o trinexapac-ethyl na cultivar de trigo OR1, de porte baixo, em Ponta Grossa, PR e verificaram a redução do comprimento dos entrenós, aumento do número de espigas por metro e da produtividade. No mesmo ano, em outro experimento, Zagonel; Venâncio e Kunz (2002), com a cultivar Iapar-53, verificaram também uma redução da altura das plantas e aumento da produtividade. Zagonel (2003), verificou que mesmo em cultivares de porte baixo, onde não ocorreu acamamento, a produtividade aumentou com o uso do redutor de crescimento.

Na Argentina, Lozano e Leaden (2002) observaram que com uso de trinexapac-ethyl em plantas de trigo ocorreu uma diminuição da área foliar, sem diminuição da atividade fotossintética. Na Polônia, Matysiak (2006) avaliou o trinexapac-ethyl em diferentes doses no trigo, isolado e em conjunto com o cycocel e verificou que a redução da altura das plantas é

dependente da dose utilizada, sendo que as plantas ficaram em média 26% menores com o uso de redutores de crescimento.

Zagonel, Venâncio e Kunz (2002), ao estudar o efeito do trinexapac-ethyl associado a diferentes densidades de plantas (259, 352, 441), não encontraram diferenças significativas na produtividade, sendo que em maiores populações foi que ocorreu menor massa seca, menor diâmetro do caule e menor número de perfilhos. O número de espigas por metro aumentou na maior população, mas estas espigas não demonstraram potencial de enchimento de grãos.

Zagonel (2003) realizou um trabalho com doses de trinexapac-ethyl e duas cultivares (OR-I e Rubi) e verificou que com o aumento da dose do redutor a altura de plantas diminuiu linearmente para ambas cultivares. No entanto, tem-se observado que mesmo em cultivares de porte baixo o produto promove aumento da produtividade, mesmo sem a ocorrência do acamamento (ZAGONEL, 2003). Isso sugere a possibilidade do uso de regulador em doses menores do que a recomendada visando o aumento da produtividade.

Berti; Zagonel e Fernandes (2007), verificaram em experimento em Ponta Grossa, PR, com as cultivares de trigo, Supera, CEP-24, Vanguarda e CD-104 diminuição linear da altura para todas as cultivares, quando usaram o trinexapac-ethyl na dose de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$, resposta também observada em trabalhos realizados por Matysiak (2006) e Penckowski (2006).

Penckowski (2006), em um experimento em Castro - Pr, com as cultivares Avante e BRS177, em função de épocas de aplicação de trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio, verificou que em ambas as cultivares, o uso do regulador de crescimento promoveu diminuição do comprimento dos entrenós, diminuindo a altura das plantas e a porcentagem de acamamento. A aplicação do regulador entre o 1° e 2° nó visível promoveu o aumento significativo do número de espiguetas e da produtividade, na cultivar Avante.

A aplicação do trinexapac-ethyl interfere na arquitetura das folhas, fazendo com que fiquem eretas, assim aumentando a captação da luz, auxiliando na fotossíntese, isso é

observado de 15 a 20 dias após a aplicação, dependendo da cultivar. Este efeito explica o ganho de produtividade nos casos de cultivares de porte baixo (PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010).

A dose recomendada de trinexapac-ethyl em trigo é de 100 a 125 g ha⁻¹, aplicada entre o 1° e 2° nó perceptível. Essa recomendação é ampla e não distingue a cultivar, embora possam responder de maneira diferencial em relação à dose do produto (ZAGONEL, 2003).

Segundo Rodrigues et al. (2003) a aplicação de regulador de crescimento deve ser dirigida no sentido de potencializar sua ação na redução do crescimento da planta, pois aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho das plantas, retardando o espigamento e em consequência o rendimento de grãos. Como o período ideal (estádio) varia no tempo e implica na probabilidade de atingir as plantas fora do estágio ideal, deve ser considerado o momento da aplicação no momento correto. Nesses estádios, tanto o colmo é encurtado como sua base é engrossada, conferindo, assim, maior resistência ao acamamento (FACIN, 2007).

3.3.3 Ethephon

O ácido 2-cloro ethil fosfônico (ethephon), um regulador de crescimento de plantas, com propriedade sistêmica, que penetra nas plantas pelo tecido e libera o etileno, afetando os processos de crescimento das plantas (CHENGDU NEWSUN BIOCHEMISTRY CO, 2009). Segundo Arteca (1996), este regulador pode ser usado para uniformizar o florescimento e conseqüentemente a maturação dos frutos de diversas espécies vegetais.

Quando aplicado sobre as plantas de arroz, o ethephon proporciona a liberação de etileno interferindo nos processos fisiológicos dos tecidos vegetais (BARROS, 1991). O etileno é um hormônio que regula diversos processos fisiológicos da planta, entre eles a senescência das folhas nos cereais (CARBONE; VIDAL, 1997).

Em trabalho conduzido com duas cultivares de arroz, em Capão do Leão, RS obteve-se dados nos quais o ethephon diminuiu a incidência de doenças e também gessamento do arroz (SOFIATTI et al., 2006).

Em estudos em diferentes genótipos de cevada, em Holland e Painter, V.A., verificou-se que o uso de ethephon diminuiu a altura de plantas e o acamamento, porém a aplicação deve ser limitada a cultivares com conhecidos problemas de acamamento e quando as plantas receberam umidade adequada, porque neste mesmo estudo altas taxas de ethephon diminuiram o peso de grãos (THOMASON et al., 2007).

3.3.4 Cycocel - Chlormequat chloride

Chlormequat ou cycocel é um redutor de crescimento de plantas, com um processo que reduz a síntese das giberelinas nas plantas, podendo impedir a alongação das células, mas não influenciando a divisão das mesmas. Podendo conter o crescimento do caule e das folhas sem afetar o desenvolvimento dos órgãos sexuais, aumentando a capacidade de suportar secas, pragas e doenças (CHENGDU NEWSUN BIOCHEMISTRY CO. LTD., 2009).

A primeira vez que CCC foi testado para a resistência ao acamamento foi na cultura do trigo em 1966. Tem como modo de ação o bloqueio do ciclo do geranyl-geranyl-difosfato (GGPP), impedindo que se torne copalyl pirofosfato (CCPP), impedindo a formação do kaureno. A partir disto a produção biológica de ácido giberélico e a síntese da giberelina são inibidos, resultando no encurtamento de entrenós, diminuição da altura da planta e maior síntese de lignina e deposição de hemicelulose no colmo (GAUSMAN,1992).

Vários autores testando cycocel em cereais verificaram resultados como aumento do rendimento de grão, diminuição da altura da planta e entrenós e ainda aumento do número de espigas por área (HUMPHRIES, 1968; CHROMINSKI; STANKIEWICZ, 1972; GILL;

LANG; RADGER, 1974; KEPCZYNSKI; CZAPLEWSKA, 1975; KEPCZYNSKI; KACZMAREK, 1975).

Humphries; Welbank e Witts (1965) têm atribuído ao cycocel efeito no aumento de rendimento de grãos via redução do índice de área foliar, melhorando assim as condições de penetração de luz para os perfilhos e, conseqüentemente, sua sobrevivência.

Em estudo em Passo Fundo, RS, verificou-se que a estatura de plantas de várias cultivares de trigo, diminuiu com a aplicação de Cycocel nas em diferentes cultivares (RODRIGUES; VARGAS, 2002). Todavia, alguns autores encontraram apenas resultados inconsistentes questionando a utilidade de CCC, e ainda alegando que o efeito deste regulador esta sujeito a variações ambientais (ROSSAROLA et al., 1993; BERLEZE, 1989; NAFZIGER et al., 1986; LIMA; LOVATO, 1995). Buzetti et al. (2006) estudando a resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cycocel, verificaram que a aplicação de regulador de crescimento não influenciou a altura de plantas e a produtividade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

Os experimentos foram instalados no ano de 2008, na Fazenda Escola “Capão da Onça” da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no município de Ponta Grossa, PR em um Cambissolo Háptico Tb distrófico típico (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa, localizado a 25°5'49" de latitude sul, 50° 3'11" de longitude leste e altitude de 1025 m.

Antes da implantação dos experimentos foi realizada a coleta de amostras de solo, com posterior envio para o Laboratório de Fertilidade do Solo da UEPG, para análise das propriedades químicas do solo da área experimental, foram feitas coletas de cinco sub-amostras de solo de 0-10 cm e de 10-20 cm. Onde a análise granulométrica do solo nos forneceu a quantidade em g kg⁻¹: argila – 460; silte – 179 e areia – 361. Os resultados da análise química do solo seguem na Tabela 01.

Tabela 01 – Características químicas do solo do experimento. Ponta Grossa, UEPG, 2008.

Prof.	pH	P mg dm ⁻³	C g dm ⁻³	CTC ¹ (pH 7,0)	Ca	Mg	K	H + Al	Al ² %	V ³
0-10	5,8	10,3	34,0	13,59	5,4	4,0	0,22	3,97	0,0	70,8
10-20	5,5	4,9	23,0	13,47	4,0	3,8	0,71	4,96	0,0	63,2

¹CTC = capacidade de troca cátions do solo a pH 7,0; ²Al = saturação por alumínio; ³V = saturação por bases; Métodos de extração: pH = CaCl₂; H + Al = solução tampão SMP; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; P e K = Mehlich 1; C-orgânico = Walkley-Black.

4.1.1 Clima da Região

O clima da região é do tipo Cfb de Koeppen, com precipitações médias anuais de 1.507,5 mm, e temperaturas médias do ar de 17,8°C. Os capões situam-se em cambissolos sobre rochas sedimentares da Formação Furnas, no vale do rio Quebra Perna.

O clima é subtropical, úmido, mesotérmico. Na última década o clima registra temperaturas mais altas. O inverno é mais frio, com média de 13°C e geadas; o verão mais quente, com média de 21,4°C (Wikipédia, 2006).

4.2 DESCRIÇÃO DAS CULTIVARES

4.2.1 Cultivar OR1

Criada por OR Melhoramento de Sementes Ltda, lançada em 1996, de ciclo precoce, resistente ao acamamento, moderadamente tolerante ao alumínio. Esta cultivar, por sua suscetibilidade à ferrugem da folha e ao oídio, somente deve ser cultivada prevendo-se o controle químico dessas doenças, quando necessário, seguindo-se as indicações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo. Em lavouras onde tenha ocorrido o Vírus do Mosaico Trigo, OR[®]1 deve somente ser cultivada em Plantio Direto; cultivada nesse sistema, OR[®]1 tem apresentado menores perdas do que quando cultivada no sistema convencional.

Boa resistência à germinação na espiga. Excelente resistência ao acamamento, suportando níveis elevados de fertilidade do solo. Alto potencial produtivo. Ampla adaptação, sendo indicada para o RS, SC e PR (OR – MELHORAMENTO DE SEMENTES LTDA., 2008).

4.2.2 Cultivar BRS208

A cultivar de trigo BRS208 se destaca pela resistência às principais doenças do trigo, principalmente, à ferrugem da folha, às manchas foliares e ao oídio, apresentando ciclo médio. No Paraná, o espigamento ocorre aos 67 dias, em média, a partir da emergência, e a

maturação aos 123 dias. É tolerante ao alumínio tóxico do solo e moderadamente resistente ao acamamento. Tem apresentado qualidade industrial relativamente estável nos diferentes ambientes, sendo classificada como trigo Pão. O valor médio de W na alveografia é de 290×10^{-4} Joules. O potencial produtivo da cultivar é superior a 4.000 kg ha^{-1} , tendo apresentado elevados rendimentos com pouco uso de fungicidas. Quanto às doenças, sugere-se atenção especial no controle da brusone e giberela, em ambientes favoráveis à sua ocorrência (EMBRAPA, 2009).

4.2.3 Cultivar Safira

A cultivar de trigo Safira, foi lançada em 2005, com alto potencial de perfilhamento e moderadamente suscetível ao acamamento, apresenta uma resistência moderada a ferrugem da folha, oídio e mosaico, e moderadamente suscetível a manchas foliares e giberela. Alto potencial produtivo, e tendência a alto peso hectolitro. É importante uma rápida colheita, devido a suscetibilidade de debulha na espiga (OR – MELHORAMENTO DE SEMENTES LTDA., 2008).

4.3 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS

4.3.1 Trinexapac-ethyl- Moddus®

Trinexapac-ethyl, de nome comercial Moddus®, é um produto de formulação concentrado emulsionável, classificado como medianamente tóxico, uma vez aplicado, é absorvido pela planta, e passa a atuar seletivamente através da redução do nível de giberelina ativa, induzindo a planta a uma inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento,

porém sem afetar, o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical (SYNGENTA, 2002).

4.3.2 Cycocel & ethephon – BCS-GR1

Cycocel & ethephon, de código BCS-GR1 ainda esta em fase de avaliação. Trata-se da mistura de cycocel & ethephon. O cycocel é um redutor de crescimento de plantas, com um processo que impede a formação das giberelinas na planta, podendo impedir a alongação das células, mas não influenciando a divisão das mesmas, e o ethephon, é um regulador de crescimento de plantas, com propriedade sistêmica, que penetra nas plantas pelo tecido e libera o etileno, afetando os processos de crescimento das plantas.

4.4. SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

Foi utilizado sistema de plantio direto sobre resteva de milho, com semeadura do trigo realizada em 24/06/2008 para a cultivar BRS 208 e OR-1 e 4/07/2008 para Safira. A adubação de base foi realizada de acordo com a recomendação da análise de solo. A adubação consistiu da aplicação de 13,5 kg ha⁻¹ N, 68,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 68,75 kg ha⁻¹ de K₂O (270 kg ha⁻¹ de 05-25-25) na semeadura e 90 kg ha⁻¹ de N (200 kg ha⁻¹ de uréia) em cobertura, no início do perfilhamento.

O controle fitossanitário das sementes (tratamento de semente) constituiu de 35,0 g de thiamethoxam (Cruiser 350 FS) e da mistura pronta de 50 + 50 g carboxin + tiram (Vitavax- Thiram 200 SC) por 100 kg de sementes.

O manejo de doenças foi feito com a aplicação de 56,2 + 24,0 g ha⁻¹ de trifloxistrobina + ciproconazol (Sphere) na alongação de colmo, e duas aplicações de 60,0 +

120,0 g ha⁻¹ da mistura pronta de trifloxistrobina + tebuconazol (Nativo SC), adicionado de 720 g ha⁻¹ de óleo metilado de soja (Áureo), aos 65 DAE, no espigamento e a outra no florescimento. Para controle de pragas, aplicou-se 62,0 g ha⁻¹ de thiamethoxam + lambdacialotrina (Engeo Pleno), no perfilhamento e uma aplicação de 160 g ha⁻¹ de dimetoato (Perfection) na elongação do colmo.

O controle de plantas daninhas foi realizado com 750 g ha⁻¹ de glifosato (Zapp QI) anteriormente a semeadura e após a emergência utilizou-se 3,0 g ha⁻¹ de metsulfuron-metilico (Ally) e 24,0 g ha⁻¹ de clodinafop propargil (Topik 240 EC) no início do perfilhamento, adicionados de óleo mineral a 0,5 % v/v e 4,2 g ha⁻¹ de metsulfuron- metílico (ally) adicionado de óleo mineral a 0,5 % v/v (1,0 L ha⁻¹ de Nimbus). O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado de acordo com RCSBPTT & RCCSBPTT (2006).

4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foram instalados três experimentos, diferindo pelas cultivares, e o delineamento experimental utilizado para as cultivares BRS208 e OR1 foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 2 (densidade de semeadura x uso ou não de trinexapac-ethyl) com quatro repetições. Os tratamentos constaram de seis densidades de plantas obtidas pela semeadura de trigo (150, 300, 450, 600, 750 e 900 sementes m⁻¹) e do uso ou não de trinexapac-ethyl (0 e 125 g ha⁻¹), correspondente a 0 e 400 mL ha⁻¹ de Moddus, aplicado entre o 1º e o 2º nó perceptível.

Para a cultivar safira o delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 3 (densidade de plantas x regulador de crescimento) , com quatro repetições. Os tratamentos constaram de seis densidades de plantas obtidas pela semeadura de trigo (150, 300, 450, 600, 750 e 900 sementes m⁻¹) e de ausência e presença de dois reguladores de

crescimento, correspondente a 0 de regulador de crescimento, 125 g ha⁻¹ de trinexapac-ethyl , correspondente a 400 mL do produto comercial Moddus e 675 g ha⁻¹ da mistura cycocel & ethephon, correspondente a 1500 mL ha⁻¹ do produto pré comercial de código BCS-GR1 da Bayer®.

4.5.1 Área experimental

As parcelas foram compostas de 18 fileiras de trigo de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,17 m. Foram consideradas como área útil as 12 fileiras centrais das parcelas, desprezando 0,5 metros de cada extremidade das fileiras.

4.5.2 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A semeadura do trigo foi realizada com uma semeadora-adubadora de parcelas, marca SHP Semeato. Em cada parcela foi semeada o número de sementes calculadas para cada densidade desejada, regulando-se a semeadora para o tamanho da parcela. Para cada população foram realizadas contagens do número de sementes por parcelas, utilizando potes para verificação do volume ocupado por cada quantidade de sementes, conhecendo-se este volume, separou-se em pacotes o volume de sementes para cada parcela, correspondente ao número de sementes desejado.

Os reguladores de crescimento (trinexapac-ethyl e cycocel & ethephon) foram aplicados entre os estádios 31 e 32 da escala de ZADOKS et al. (1974), fase de alongação do colmo, entre o 1° e 2° nó perceptível, 44 DAE. A dose utilizada de trinexapac-ethyl foi de 125 g ha⁻¹, correspondente a 400 mL ha⁻¹ do produto comercial Moddus; a dose utilizada do

produto pré comercial de código BCS-GR1 da Bayer® foi de 1500 mL ha⁻¹, correspondente a 675 g ha⁻¹ da mistura cycocel & ethephon.

Para a pulverização foi utilizado pulverizador costal, à pressão constante de 206,85 kPa, pelo CO₂ comprimido, equipado 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. Foi aplicado o volume equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. No dia em que foi realizada a aplicação dos reguladores de crescimento, os ventos eram de aproximadamente 1,0 km h⁻¹, a temperatura do ar era de 23,6°C, e a umidade relativa do ar era de 60%.

4.6. AVALIAÇÕES

4.6.1 Estande da parcela

Aos 9 DAE, realizou-se a contagem do número de plantas por metro linear de cada parcela, com cinco repetições em cada parcela.

4.6.2 Área Foliar, massa seca dos colmos, folhas e espigas

Na antese, avaliou-se a área foliar e a massa seca do colmo, das folhas e das espigas de plantas de trigo através da coleta de dez plantas de cada parcela (com exceção da cultivar BRS208). A área foliar foi medida através do aparelho digital integrador óptico de área disponível no laboratório de Fitotecnia da UEPG, marca Lambda-Licor, modelo LI-3000, com precisão de 0,01 cm². O cálculo da área foliar foi realizado através da soma da área de todas as folhas presentes na planta de trigo. Para determinação da massa seca da parte aérea das

plantas, esses foram colocados em estufa de ventilação forçada a uma temperatura média de 65° C por 72 horas.

4.6.3 Número de perfilhos, altura de plantas, comprimento do pedúnculo e comprimento e largura da folha

Na antese, foram coletadas 10 plantas por parcela para determinar: o número de perfilhos por planta, a altura das plantas, medindo-se do nível do solo até a base da espiga e o comprimento do pedúnculo do último nó até a base da espiga. Na planta mãe de cada planta foram medidos o comprimento e a largura de 10 folhas bandeira por parcela, medindo-se a largura na metade da folha. Para a cultivar BRS208 não foi realizada a medição do comprimento e largura da folhas bandeira.

4.6.4 Comprimento e diâmetro dos entrenós

O diâmetro do colmo do segundo entrenós foi realizado após a colheita, sendo avaliadas 20 plantas-mãe por parcela, utilizando um paquímetro digital.

Para a cultivar safira foram efetuadas medidas de comprimento dos entrenós: primeiro-segundo entrenós, segundo-terceiro entrenós, quarto-quinto entrenós e quinto nó à base da espiga de 10 plantas mãe parcela⁻¹, utilizando-se uma régua.

4.6.5 Folhas verdes por planta

Foi contado o número de folhas verdes de 10 plantas mães durante as fases alongação e antese.

4.6.6 Acamamento

O índice de acamamento foi determinado segundo a metodologia estabelecida por Petrucci (SOUZA, 1998), considerando a percentagem da área acamada e o ângulo de inclinação dos colmos, no florescimento e após a maturação das plantas.

4.6.7 Componentes de Produção e Produtividade

Na colheita foram determinados os componentes de produção através da coleta das plantas em dois metros de fileira de cada parcela, da terceira fileira de trigo de cada parcela. Foram determinadas o número de plantas, o número de perfilhos, o número de espigas viáveis, foram contadas em um metro de cada parcela. Em 10 plantas por parcela foi realizada a contagem de espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹ e grãos espiga⁻¹. A massa de 1000 grãos foi feita contando-se e pesando-se 500 grãos, corrigindo-se a umidade para 13%.

A colheita foi efetuada dia 12/11/2008 para BRS208 e OR1 (128 DAE) e 14/11/2008 para Safira (130 DAE). A produtividade foi determinada através da colheita das plantas da área útil das parcelas, acrescido daquelas utilizadas para determinar os componentes da produção de grãos da área útil de cada parcela, corrigindo-se a umidade para 13%.

4.6.8 Peso do hectolitro

A partir do grãos obtidos para a determinação da produtividade, determinou-se o peso do hectolitro (ph) através da balança de peso hectolitro Dalle Molle, conforme metodologia indicada pelo fabricante (BALANÇAS DALLE MOLLE, 19--).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise da variância e as diferenças entre as médias das doses de trinexapac-ethyl comparadas pelo teste da DMS a 5% de probabilidade e de densidade de semeadura por regressão polinomial.

As análises foram realizadas através do programa estatístico Sanest- Sistema de Análise Estatística (ZONTA e MACHADO, 1984).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial durante o período de cultivo do trigo foi de 601,8 mm, bem distribuída desde a emergência até a maturação, porém acima da necessidade da cultura, que tem seu desenvolvimento normal com um valor médio de 347,2 mm. As temperaturas mínimas e máximas estiveram de acordo com as requeridas pela cultura do trigo, para um crescimento adequado (COSTA; LIBARDI, 1999).

As variáveis agronômicas apresentadas a seguir são resposta do uso ou não de regulador de crescimento nas diferentes populações com resposta distinta para as cultivares Safira, OR1 e BRS 208.

5.1 CULTIVAR SAFIRA

Para a cultivar safira as características avaliadas foram afetadas pela densidade de semeadura e pelos reguladores de crescimento cycocel & ethephon e trinexapac-ethyl, com interações significativas para algumas variáveis.

5.1.1 Número de plantas m^{-2}

O número de plantas m^{-2} é um fator decisivo para a produtividade da cultura do trigo, que embora perfilhe, é sensível a variações de população, fator que pode ser alterado pela densidade de sementes e espaçamento entre linhas (BATTISTI et al., 2008).

A densidade de semeadura é importante para proporcionar uma população de plantas adequada, que pode significar melhor aproveitamento da radiação solar e aumento de produtividade (TEIXEIRA FILHO et al., 2008).

A população de plantas aumentou linearmente com o aumento da densidade de semeadura (Figura 01). No entanto, embora linear, o aumento do número de sementes não foi acompanhado pelo aumento do número de plantas na mesma proporção, indicando baixo poder germinativo ou vigor, embora tenha se utilizado sementes de boa qualidade. No entanto, nas maiores densidades de sementes ocorreu menor emergência de plantas, o que pode ser atribuído provavelmente à competição intra específica.

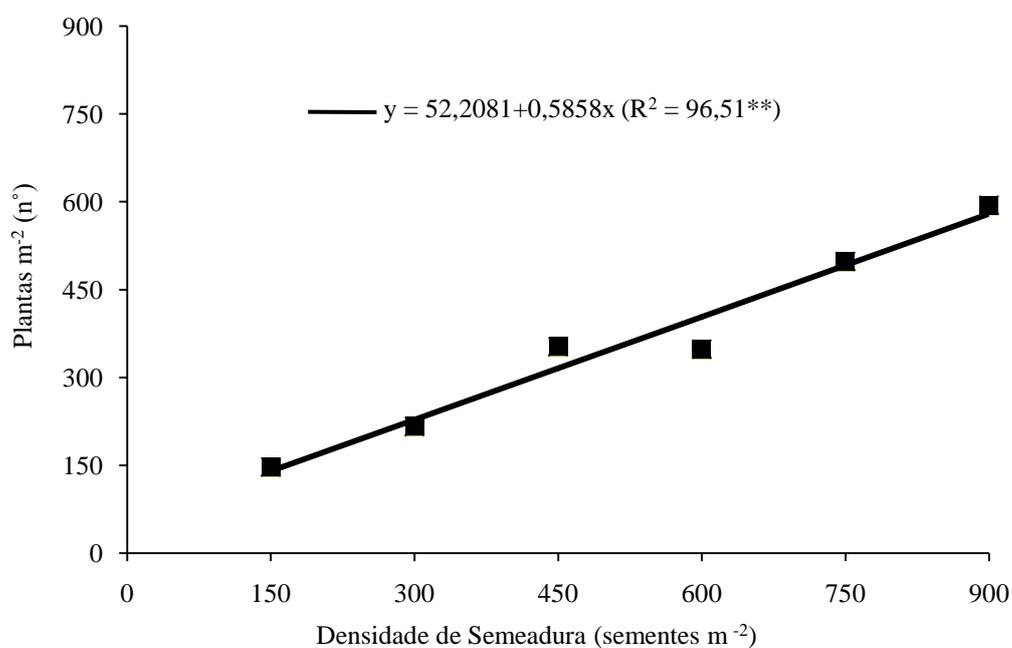


Figura 01-Plantas metro⁻² (n°) em função de diferentes densidades de semeadura na cultivar safira. Ponta Grossa, PR, 2008.** Significativo a 1% de probabilidade.

5.1.2 Comprimento dos entrenós

Não houve interação para a variável comprimento dos entrenós, o comprimento do 2°, 3° e 4° entrenós foi afetado pelos reguladores de crescimento, (Tabela 02). O regulador

cycocel & ethephon (CE) reduziu o comprimento do 2°, 3°, 4° entrenós, enquanto o trinexapac-ethyl (TE) diminuiu significativamente o 2° e o 4° entrenós.

O comprimento dos entrenós está ligado diretamente à altura das plantas e permite observar em que parte do colmo o regulador tem um efeito mais acentuado. Rodrigues et al. (2003), avaliando cultivares e doses do redutor Cycocel 500 A, verificaram que para a dose de 2 L ha^{-1} , os entrenós que tiveram maior redução do tamanho foram o 2° e 3°. Vários autores em estudos com trinexapac-ethyl em cultivares de trigo e cevada em diferentes locais, observaram que este produto diminui de forma significativa o comprimento de todos os entrenós da planta, variando em função da dose e do estágio da cultura na aplicação (LOZANO; LEADEN, 2002; PENCKOWSKI; ZAGONEL; FERNANDES, 2009).

Os resultados deste trabalho corroboram com os dos autores supracitados, mostrando que os entrenós mais afetados são o 2°, 3° e 4°, visto que os nós posteriores, ou que se formam mais tarde (5° e 6°) são pouco afetados pelos reguladores. No caso, para o trinexapac-ethyl os efeitos nas plantas duram em média 14 dias (Syngenta) e para a mistura de cycocel & ethephon não há relatos da duração da ação desses produtos.

A variação da densidade da semente afetou o comprimento do 4°, 5° e 6° entrenós, não causando efeito nos demais (1°, 2° e 3°)(Tabela 03). Para o 4° e 5° entrenós ocorreu uma equação linear decrescente com o aumento da densidade. Para o 6° entrenós, que corresponde à porção do caule do último nó à espiga (pedúnculo), a resposta a densidade de semente foi uma equação linear crescente com o aumento da população (Figura 02), como provável causa da competição entre as plantas por radiação solar.

Tabela 02-Comprimento dos entrenós da cultivar safira, na fase da colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa,PR, 2008

Regulador de Crescimento	1° entrenós	2° entrenós	3° entrenós	4° entrenós	5° entrenós	6° entrenós
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Safira						
Sem regulador	2,46 a	8,51 a	13,04 a	19,59 a	16,57 a	18,45 a
Cyocelðephon	2,14 a	7,27 b	11,51 b	18,16 b	15,83 a	18,32 a
Trinexapac-ethyl	2,31 a	7,39 b	12,27 ab	18,14 b	16,60 a	18,83 a
C.V.%	37,50	15,34	10,24	6,26	6,96	9,55

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

Tabela 03- Comprimento dos entrenós da cultivar safira, na fase da colheita, em função da densidade de semeadura (na média do uso ou não de reguladores). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	1° entrenós	2° entrenós	3° entrenós	4° entrenós	5° entrenós	6° entrenós
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Safira						
150	1,98	8,45	12,76	19,50	17,09	17,14
300	2,46	7,68	12,44	19,12	17,59	17,41
450	2,19	7,98	12,29	18,86	16,15	17,93
600	2,56	6,98	11,80	17,73	15,93	18,73
750	1,87	7,69	12,65	18,49	15,65	20,21
900	2,76	7,58	11,73	18,10	15,59	19,77
Equação	NS	NS	NS	L **	L**	L**
R ² (%)	----	----	----	66,00	77,10	89,00

NS = não significativo; **= significativo a 1% de probabilidade; L = Linear; Comprimento dos entrenós (média de com e sem regulador). 4° entrenós = $19,63 - 0,0019x$; 5° entrenós = $17,69 - 0,0025x$; 6° entrenós = $16,29 + 0,0042x$.

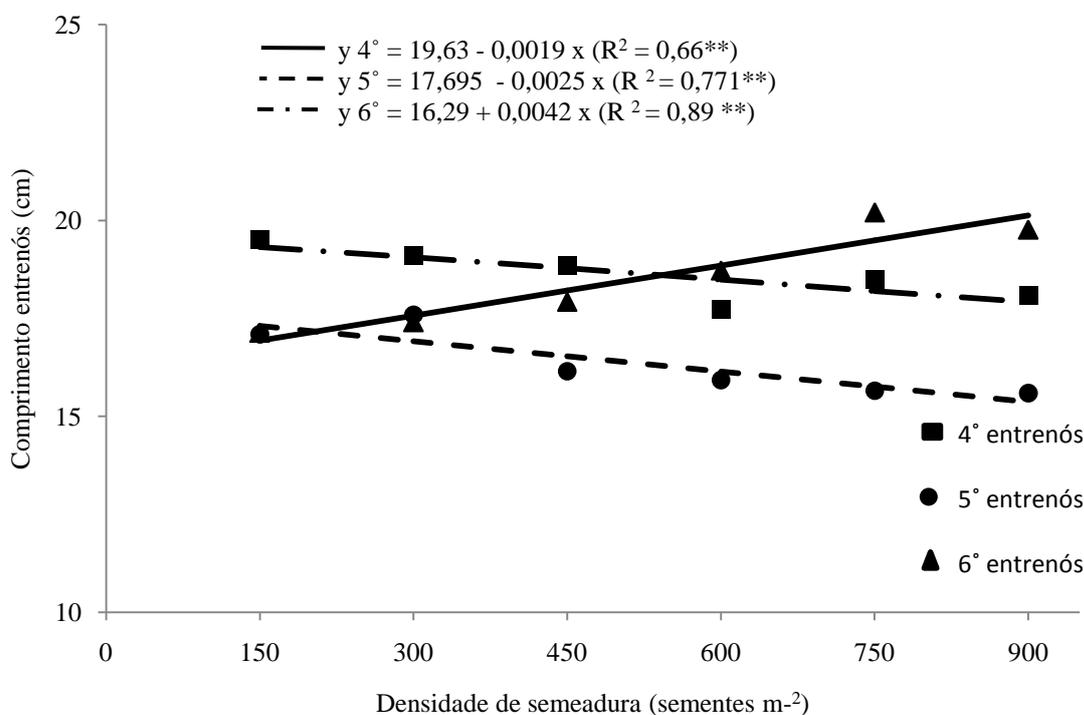


Figura 02-Comprimento do 4°, 5° e 6° entrenós da cultivar safira, na colheita em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade.

5.1.3 Altura Planta Mãe

Os reguladores de crescimento sintéticos são usados com a finalidade de reduzir a altura das plantas, sem a diminuição da produtividade de grãos, afim de impedir perdas com o acamamento (RADEMACHER, 2000).

Os reguladores de crescimento cycocel & ethephon e trinexapac-ethyl reduziram a altura de plantas em comparação com a testemunha (Tabela 04). Na comparação dos reguladores, o cycocel & ethephon mostrou plantas com altura inferior as tratadas com trinexapac-ethyl.

Espindola et al. (2009), obtiveram resultado semelhante de redução de altura das plantas de trigo com o uso de reguladores de crescimento quando avaliaram três produtos (cycocel, trinexapac-ethyl e paclobutrazol) em Viçosa, MG, sendo que o trinexapac-ethyl mostrou uma redução mais acentuada da altura das plantas em relação ao cycocel, resultado que difere do que ocorreu no presente experimento. A redução do comprimento do colmo com o uso de cycocel também foi encontrada para plantas de trigo, na cultivar Avalon (OLUMEKUN, 1996)

Outros autores em experimentos com o trinexapac-ethyl também relataram redução de altura de plantas, mas sem alteração da produtividade (KERBER; LEYPOLD; SEILER, 1989; ZAGONEL; KUNZ; 2005; PENCKOWSKI, 2006). Na Polônia, avaliou-se o trinexapac-ethyl em conjunto com o cycocel e verificou-se que as plantas ficaram 26 % menores com o uso do regulador de crescimento (MATYSIAK, 2006). Esses resultados mostram que o uso de reguladores de crescimento é efetivo na redução da altura das plantas, sendo esse efeito variável com o produto utilizado, que por sua vez é afetado por condições de clima, e também pela época e dose em que é aplicado.

A altura da planta mãe aumentou linearmente com o aumento da densidade de semeadura na média dos tratamentos com reguladores de crescimento, já que não ocorreram interações significativas entre as densidades e os reguladores. (Figura 03). Esse resultado ocorreu provavelmente devido à competição intra específica, especialmente por radiação solar. Trindade et al. (2006) avaliaram cultivares e densidades de trigo irrigado e também verificaram aumento da altura de plantas em maiores populações, atribuindo esse resultado à competição intra específica, resultando em um aumento de plasticidade fenotípica, que segundo eles é essencial para sobrevivência das plantas.

Tabela 04 -Altura planta mãe da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa,PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Altura (cm)
	Safira
Sem regulador	76,82 a
Cycocel & ethephon	73,24 b
Trinexapac-ethyl	75,26 ab
C.V. (%)	3,98

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

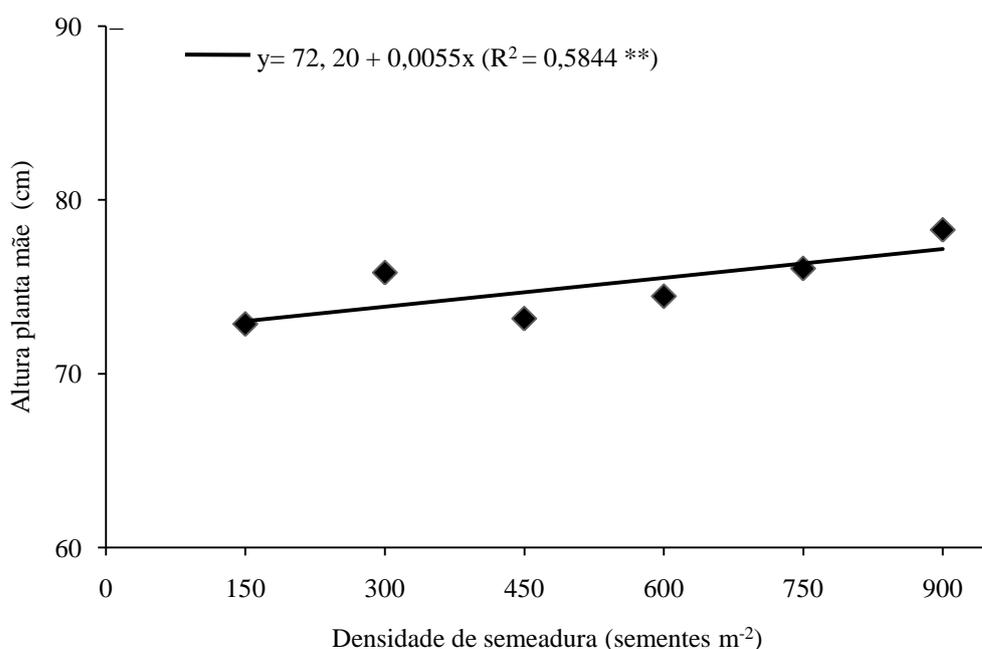


Figura 03-Altura planta mãe da cultivar safira, na antese, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. **1% de probabilidade.

5.1.4 Comprimento do pedúnculo

O comprimento do pedúnculo foi maior com o uso de reguladores de crescimento, em relação ao não uso dos reguladores (Tabela 05), provavelmente devido a competição das plantas que sofreram redução de altura devido aos reguladores de crescimento, e usaram do aumento do pedúnculo para buscar radiação.

Com relação à densidade de semeadura, ocorreram interações entre os fatores para o comprimento do pedúnculo, não ocorrendo efeito para o regulador trinexapac-ethyl, apresentando uma equação cúbica para o não uso de regulador e uma equação linear crescente para cycocel & ethephon (Figura 04).

As plantas que tiveram maior redução de altura (Tabela 04) e entrenós mais curtos (Tabela 02) com uso de regulador de crescimento apresentaram um pedúnculo de maior comprimento provavelmente para compensar a diminuição de altura das plantas, já que no caso os resultados dos reguladores são na média de densidades de semeadura. Assim, nas populações mais altas a competição intra específica causou maior altura das plantas (Figura 03) e para as plantas submetidas aos reguladores o crescimento, o efeito compensatório só pode ocorrer após o efeito desse ter cessado nas plantas sendo somente possível esse crescimento do pedúnculo.

Tabela 05- Comprimento do pedúnculo da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa,PR, 2008

Regulador de Crescimento	Comprimento do pedúnculo (cm)
	Safira
Sem regulador	17,44 b
Cycocel & ethephon	19,84 a
Trinexapac-ethyl	19,87 a
C.V. (%)	6,18

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

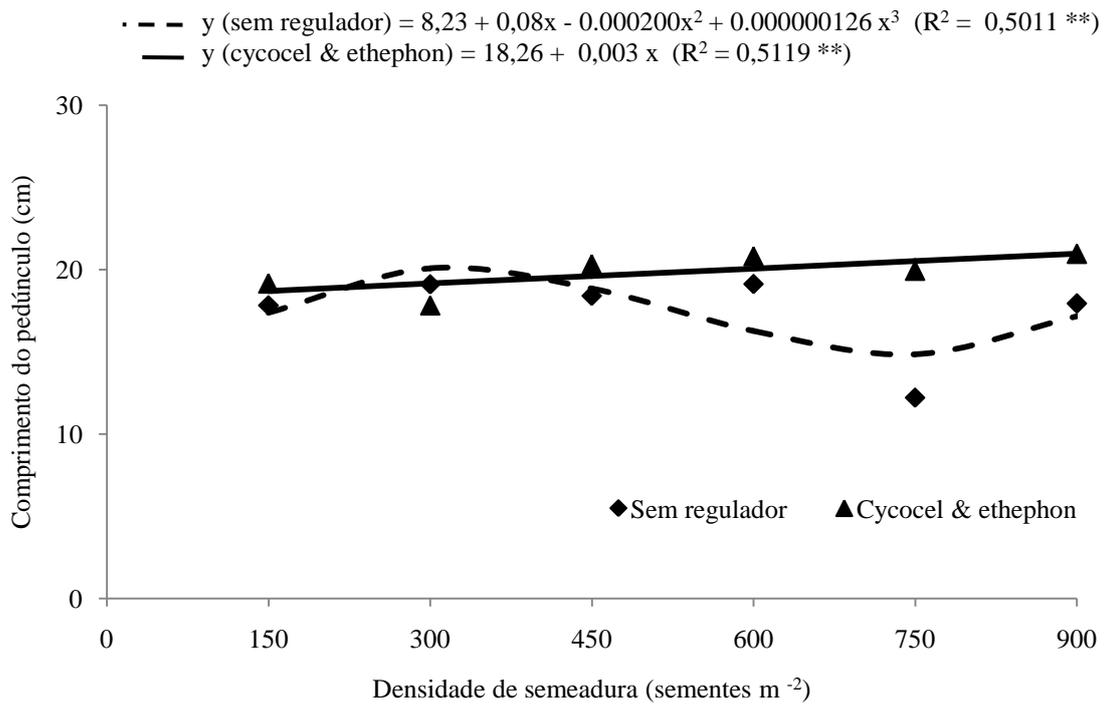


Figura 04-Comprimento do pedúnculo da cultivar safira, na antese, em função de diferentes densidades de semeadura para o não uso de regulador de crescimento e o uso de cycocel & ethephon. Ponta Grossa, PR, 2008.

5.1.5 Comprimento e largura da folha bandeira

O uso de reguladores de crescimento pode proporcionar plantas menores, com internódios curtos, apresentando folhas menores, mais espessas e de coloração verde mais escura (PAZZETI, 2009).

Nos cereais de inverno, quanto mais comprida for a folha, mais decumbente será, sendo que folhas curtas e estreitas são mais eretas e estão associadas a uma distribuição mais regular no dossel, aumentando a interceptação de radiação solar (GUIMARÃES, FAGERIA E BARBOSA FILHO, 2002).

O comprimento da folha bandeira não diferiu estatisticamente entre os tratamentos com reguladores (Tabela 06). Quanto a largura da folha bandeira o tratamento com cycocel & ethephon mostrou folhas mais largas em relação ao trinexapac-ethyl, mas ambos mostraram resultados similares aos da testemunha.

A modificação da largura da folha é um dos fatores que faz com que o uso do trinexapac-ethyl faça a arquitetura das plantas se modificar, tendo folhas mais eretas, permitindo maior absorção da radiação solar (FERNANDES, 2009).

Em função da densidade de plantas, a largura da folha bandeira não foi afetada, no entanto, o comprimento da folha bandeira respondeu de forma quadrática e diferente para os tratamentos com reguladores de crescimento (Tabela 07). Para o trinexapac-ethyl observou-se aumento do comprimento da folha bandeira com aumento da densidade, e quando se alcançou a densidade 450 sementes m^{-2} , o comprimento começou a diminuir, ocorrendo o inverso para o não uso de regulador e cycocel & ethephon, nos quais o comprimento da folha bandeira diminuiu com o aumento do número de sementes m^{-2} e a partir de 600 sementes m^{-2} começou a aumentar (Figura 05).

Tabela 06-Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa,PR, 2008

Regulador de crescimento	Comp. Folha Bandeira(cm)		Larg. Folha Bandeira(cm)
	Safira		
Sem regulador	17,71 a		0,93 ab
Cycocel & Ethephon	16,84 a		1,07 a
Trinexapac-ethyl	17,99 a		0,85 b
C.V. (%)	13,56		28,118

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

Tabela 07-Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa,PR, 2008.

Densidade de Semeadura (n° sementes m^2)	Comp. Folha Bandeira(cm)			Larg. Folha Bandeira(cm)
	Sem regulador	Cycocel & ethephon	Trinexapac-ethyl	Média
150	20,11	19,21	17,74	0,93
300	18,77	20,17	17,70	1,09
450	15,06	17,00	22,22	0,95
600	16,28	11,08	18,05	0,92
750	18,00	16,83	18,09	0,89
900	18,06	16,77	14,17	0,92
Equação	Q*	Q*	Q**	NS
R ² (%)	72,12	44,96	69,86	--

NS = não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; Q = quadrática; comp. folha bandeira (sem regulador) = $23,64 - 0,0026x + 0,000023x^2$; comp. folha bandeira (cycocel & ethephon) = $24,75 - 0,031x + 0,000024x^2$; comp. folha bandeira (trinexapac-ethyl) = $13,86 + 0,027x - 0,000030x^2$.

5.1.6 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo é uma variável de importância quando se leva em consideração o acamamento, pois a resistência a este é em função do nível de espessamento dos tecidos da base da planta (PENCKOWSKI, 2009). A empresa fabricante e detentora do trinexapac-ethyl afirma que este promove aumento do diâmetro do colmo e de suas paredes (SYNGENTA, 2003), porém em estudo com trinexapac-ethyl na Argentina, com duas cultivares de trigo, verificou-se que este espessamento pode ocorrer na parte interna do colmo, não afetando o diâmetro externo (LOZANO; LEADEN, 2001).

Os reguladores de crescimento não afetaram significativamente o diâmetro do colmo (Tabela 08). Um resultado similar foi encontrado por Berti et al. (2007), quando testou o uso de trinexapac ethyl em duas épocas de aplicação e em quatro cultivares de trigo, e ainda por Penckowski; Zagonel e Fernandes (2009) ao avaliar trinexapac-ethyl na cultivar Avante em um experimento em Castro, PR. Isso mostra que se houve alteração no diâmetro do colmo, essa ocorreu internamente, o que não foi avaliado.

O diâmetro do colmo apresentou uma resposta polinomial cúbica em resposta as diferentes densidades de semeadura (Figura 05), uma resposta que está associada ao número de plantas e de perfilhos, à medida que os mesmos vão se ajustando em cada densidade.

Tabela 08 - Diâmetro do colmo da cultivar safira, na fase da colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de Crescimento	Diâmetro do colmo (cm)
	Safira
Sem regulador	2,29 a
Cycocel & ethephon	2,23 a
Trinexapac-ethyl	2,20 a
C.V. (%)	15,51 %

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

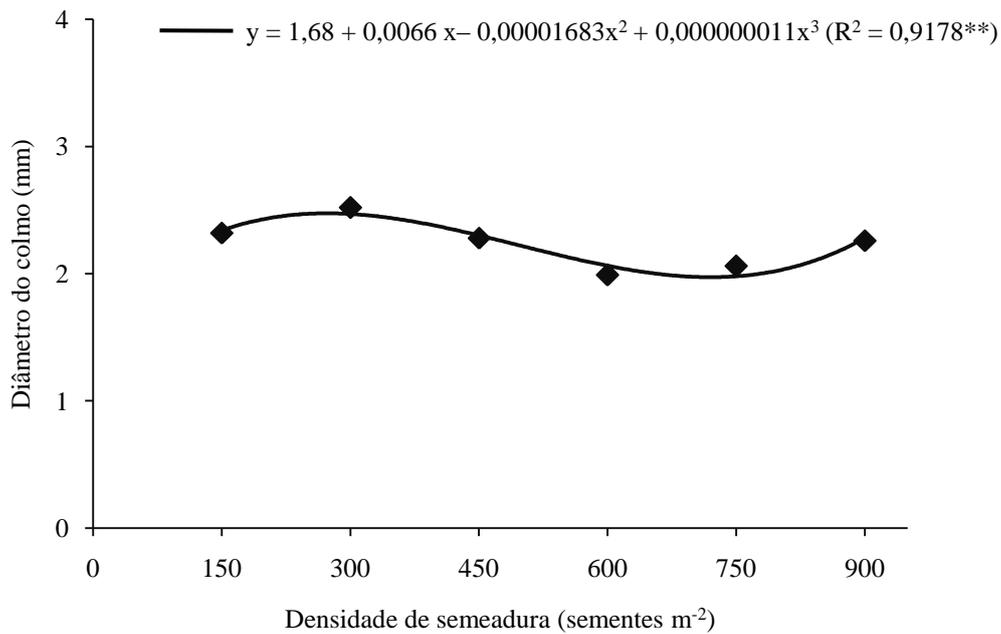


Figura 05- Diâmetro do colmo da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não dos reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. **significativo a 1% de probabilidade.

5.1.7 Duração das folhas verdes

A duração das folhas verdes na planta mãe não diferiu para o uso dos reguladores de crescimento (Tabela 09), mostrando que o uso dos reguladores não afeta a senescência das folhas.

Na cultura do trigo, a população de plantas, o genótipo e o ambiente afetam a taxa de surgimento das folhas e o número final de folhas verdes no colmo principal (SLAFER; CONNOR; HALLORAN, 1994). No presente trabalho, o número de folhas verdes na antese e na maturação apresentou uma resposta linear decrescente em relação ao aumento da densidade de semeadura, de forma que, quanto maior foi a densidade, menor foi o número de folhas verdes verificadas (Figura 06). Esse resultado pode ter ocorrido em razão da falta de luminosidade e radiação nas folhas inferiores, devido a cultura estar mais fechada nas densidades mais altas. Esse resultado foi verificado tanto na fase de antese como na fase de maturação.

Tabela 09- Duração da folhas verdes da cultivar safira, na antese e no enchimento de grãos, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Safira	
	FV19/09 (n°)	FV 10/10 (n°)
Sem regulador	2,53 a	1,60 a
Cycocel & ethephon	2,43 a	1,55 a
Trinexapac-ethyl	2,49 a	1,60 a
C.V. %		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS 1%; C.V. = coeficiente de variação.

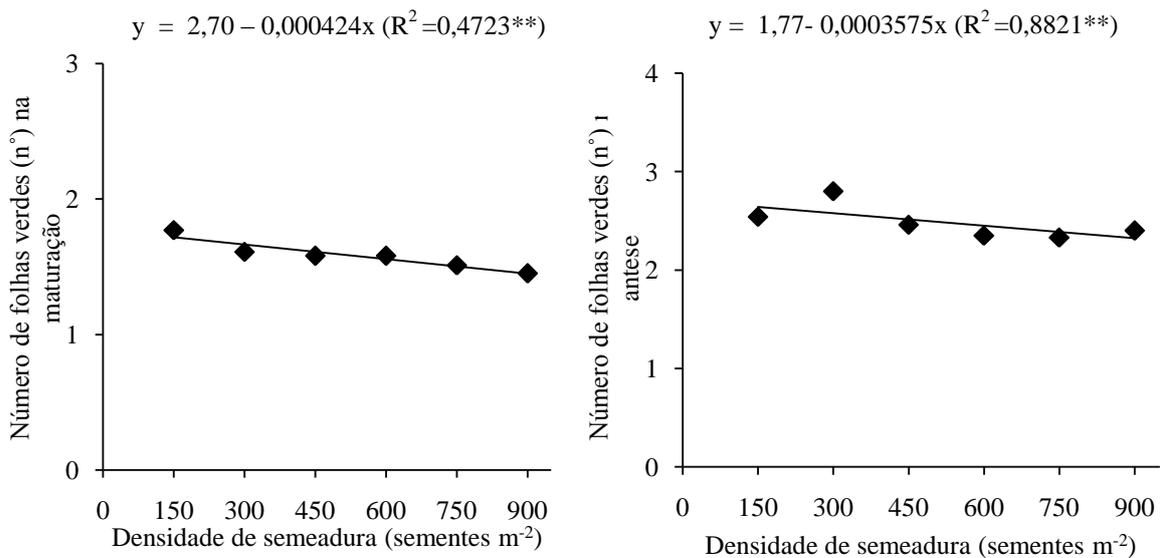


Figura 06- Número de folhas verdes em 19/09/08 e em 10/10/08 da cultivar Safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. *1% de probabilidade.

5.1.8 Número de perfilhos planta⁻¹

A maximização do rendimento de grãos em relação à densidade de semeadura está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, que também influencia de forma direta o número de espigas produzidas por unidade de área (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006). O perfilhamento das plantas é importante para a produção do trigo e um maior número de perfilhos pode acarretar em maior produtividade. O trigo tem por característica desenvolver muitos perfilhos, que, na maioria das vezes, não são férteis, e dessa maneira, o potencial de perfilhamento da espécie não está expresso em produtividade de grãos (TONET, 1999).

Genótipos de trigo com elevado potencial de perfilhamento, como a cultivar Safira, apresentam maior incidência de perfilhos inférteis, e são, portanto dependentes do ajuste adequado da densidade (RICHARDS, 1988).

O número de perfilhos por planta não foi alterado pelos reguladores de crescimento (Tabela 10), uma vez que os mesmos foram aplicados após a fase de maior emissão de perfilhos. Porém, quando se avaliou o efeito do aumento da densidade de plantas na produção de perfilhos, observou-se uma diminuição do número de perfilhos, demonstrada na Figura 07, por uma equação cúbica, com uma diminuição mais acentuada até 450 sementes m^{-2} . Outros resultados de perfilhamento em plantas em função da população foram observados por Zagonel et al. (2002) e Valério et al. (2008), que verificaram que com o aumento da densidade de plantas ocorreu a diminuição do número de perfilhos. Valério et al. (2008) utilizando a cultivar Safira verificaram que o máximo perfilhamento (254 perfilhos por metro) ocorreu com 350 sementes aptas por metro quadrado, e ocorreu decréscimo do número de perfilhos com o uso da densidade de 500 sementes aptas por metro quadrado (223 perfilhos por metro).

Tabela 10- Número de perfilhos planta⁻¹ da cultivar safira, na fase da antese, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Perfilhos planta ⁻¹ (n°)
	Safira
Sem regulador	3,54 a
Cycocel & ethephon	3,24 a
Trinexapac-ethyl	3,57 a
C.V. (%)	21,36%

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

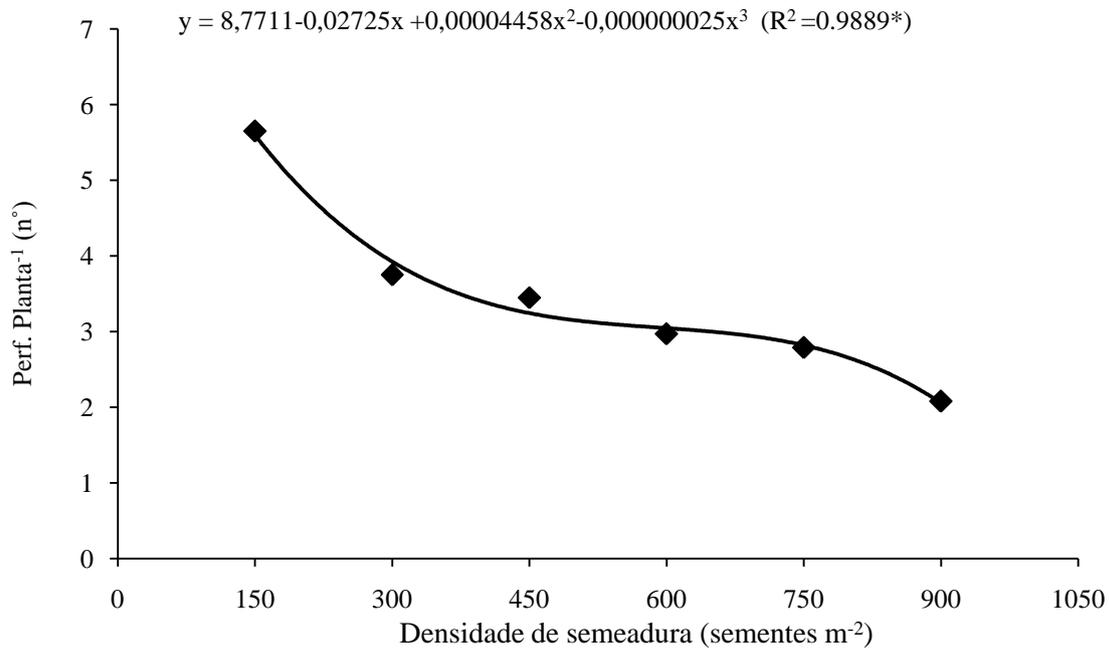


Figura 07- Número de perfilhos planta⁻¹ da cultivar safira, na fase da antese, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade.

5.1.9 Número de colmos metro⁻¹

O número de colmos por metro não diferiu significativamente em função dos reguladores de crescimento (Tabela 11). Como os reguladores são aplicados na fase de alongamento do colmo, após a fase de maior emissão de perfilhos, o número de perfilhos em geral não é afetado pelos reguladores, mas sim pela densidade de semeadura utilizada. Na média dos tratamentos, o número de colmos por metro aumentou de forma linear, com o aumento da população de plantas (Figura 08). Isso mostra que mesmo ocorrendo maior perfilhamento em densidades menores, o número de perfilhos não aumentou o suficiente para compensar o aumento do número de colmos, em maiores densidades.

Tabela 11-Colmos metro⁻¹ da cultivar safira, na colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Colmos metro ⁻¹ (n°)
	Safira
Sem regulador	97,22 a
Cycocel & ethephon	100,22 a
Trinexapac-ethyl	94,88 a
C.V. (%)	17,81 %

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

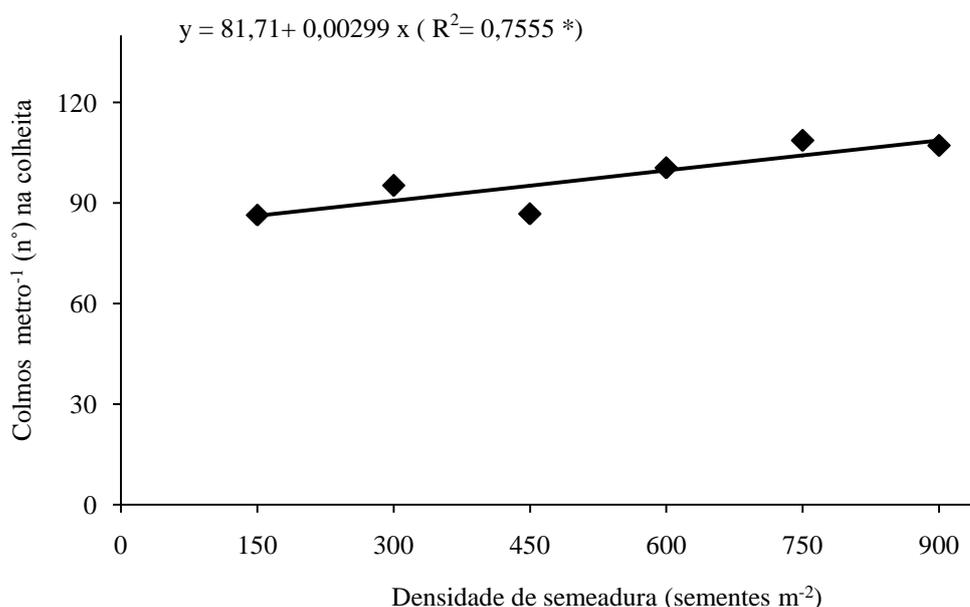


Figura 08-Número de colmos metro⁻¹ da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. *1% de probabilidade.

5.1.10 Espigas viáveis metro⁻¹

O número de espigas viáveis metro⁻¹ não diferiu significativamente em função do uso dos reguladores de crescimento (Tabela 12). Esse resultado corrobora com os observados por Amabile et al. (2004), em cevada, que avaliaram doses e época de trinexapac-ethyl e não observaram efeito do regulador no número de espigas m⁻¹. Isso mostra que essa é uma variável na qual os reguladores pouco exercem influência, provavelmente em razão do número de perfilhos não ser afetado pelos reguladores, que são aplicados após a fase de maior emissão de perfilhos.

Com o aumento da densidade de semeadura o número de espigas m^{-1} (na média dos tratamentos com reguladores) aumentou linearmente (Figura 09). Esse resultado é similar ao observado por Zagonel; Venâncio e Kunz (2002) na cultivar IAPAR 53, em que o número de espigas m^{-1} foi maior com o aumento da densidade de semeadura. O maior número de espigas m^{-1} está diretamente ligado ao aumento da população, mas a produção dessas espigas é dependente das condições do meio, visto que nem sempre um maior número de espigas se reflete em maior produtividade, como foi verificado pelos autores.

Tabela 12- Espigas viáveis $metro^{-1}$ da cultivar safira, na colheita, em função dos reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Espigas viáveis m^{-1} (n°)
	Safira
Sem regulador	86,11 a
Cycocel & ethephon	89,61 a
Trinexapac-ethyl	79,33 a
C.V. (%)	20,387 %

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

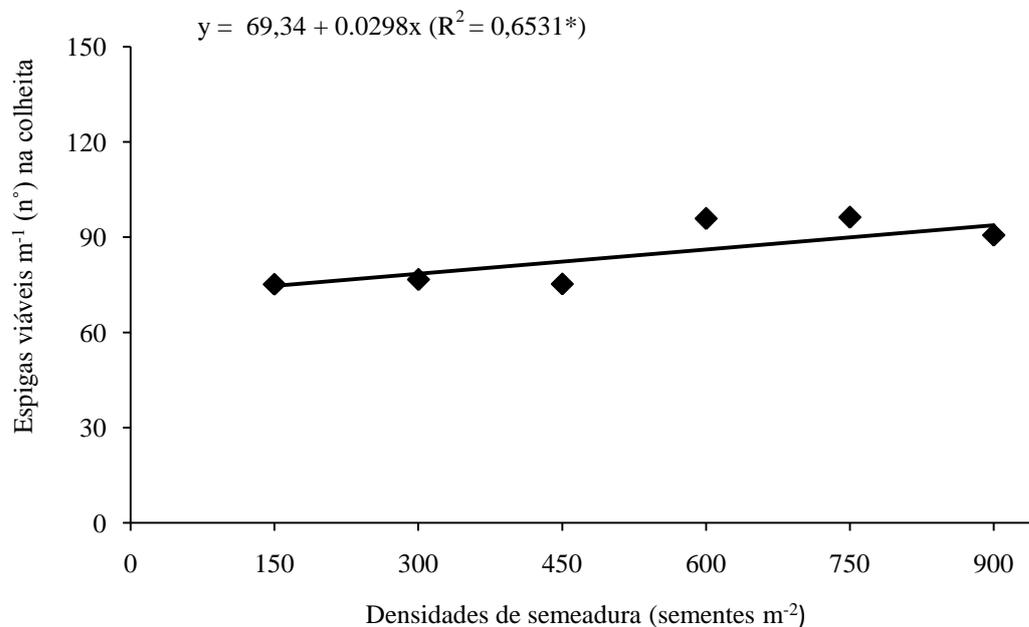


Figura 09-Número de espigas $metro^{-1}$ da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. *1% de probabilidade.

5.1.11 Componentes de produção

O uso ou não dos reguladores, não afetou significativamente o número de grãos espiga⁻¹, e a massa de mil grãos (Tabela 13). O número de espiguetas espiga⁻¹ foi menor com o uso dos trinexapac-ethyl, em relação a testemunha (Tabela 13).

Tanto Degraf; Fernandes e Zagonel (2008) como Lima e Lovato (1995) não verificaram efeito do regulador de crescimento para os componentes espiguetas espiga⁻¹, grãos espiga⁻¹ e grãos espiguetas⁻¹. Resultados similares aos encontrados no presente trabalho foram obtidos por Penckowski (2006), testando a cultivar Avante, onde o uso de regulador de crescimento também não afetou o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos, porém neste mesmo trabalho o regulador promoveu o aumento do número de espiguetas por espiga, diferentemente do que ocorreu no presente trabalho, em que o número de espiguetas por espiga diminuiu com o uso de reguladores.

Os resultados dos componentes de produção em função dos reguladores de crescimento mostram o efeito compensatório do trigo, pois para testemunha e trinexapac-ethyl, quando ocorreu o aumento do número de espiguetas espiga⁻¹, diminuiu o número de grãos espiguetas⁻¹, justificando a massa de mil grãos similar.

Para o número de grãos espiga⁻¹ não houve influência da densidade de semeadura, porém, para o número de espiguetas espiga⁻¹ observou-se resposta linear decrescente. Assim, à medida que a densidade de plantas aumentou, o número de espiguetas espiga⁻¹ diminuiu (Tabela 14). Esse resultado corrobora com trabalho conduzido por Teixeira Filho et al. (2008) avaliando duas populações, duas cultivares e doses de nitrogênio, onde o número de espiguetas espiga⁻¹ foi menor na maior população de plantas. Em outro experimento, conduzido em 2002 por Zagonel et al. (2002) avaliando três densidades de semeadura e

regulador de crescimento na cultivar OR-1, observou-se que o aumento da densidade diminuiu o número de espiguetas espiga⁻¹.

O aumento da densidade de semeadura gerou aumento linear da massa de mil grãos, corroborando com resultado encontrado por Teixeira Filho et al. (2008), e diferindo do resultado obtido por Zagonel et al. (2002), que observaram na cultivar OR1 que com o aumento da população a massa de mil grãos diminuiu (Tabela 14). Esses resultados indicam que as variações da MMG são dependentes do n° de grãos m⁻², tendendo a compensar o número de grãos com maior ou menor MMG.

Tabela 13 -Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos da cultivar safira, na colheita, em função do uso ou não de reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espigueta ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
Safira				
Sem regulador	13,49 a	2,07 b	27,45 a	48,66 a
Cycocel & ethephon	13,03 ab	2,25 ab	29,22 a	48,55 a
Trinexapac-ethyl	12,87 b	2,28 a	29,38 a	47,88 a
C.V.(%)	5,348	12,47	11,73	8,496

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

Tabela 14- Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos da cultivar safira, na colheita, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de reguladores de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ²)	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espigueta ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
Safira				
150	14,15	2,12	29,61	44,88
300	13,61	2,15	29,24	47,66
450	12,70	2,19	28,87	48,77
600	13,23	2,34	28,5	48,66
750	13,04	2,11	28,13	48,88
900	12,06	2,31	27,75	51,33
Equação	L**	NS	NS	L**
R ²	73,60	----	----	83,43

NS= não significativo; L = Linear; ** significativo a 1% de probabilidade; Espiguetas espiga⁻¹ = 14,29 - 0,0022x ; Massa de mil grãos = 44,79 + 0,0068x.

5.1.12 Acamamento

Não ocorreu acamamento no presente experimento, face as condições amenas de clima ocorridas no período de cultivo. Em trabalho realizado por Zagonel et al. (2002), na mesma região, também não ocorreu acamamento das plantas em experimento com regulador de crescimento e doses de nitrogênio, indicando que a ocorrência do acamamento está ligada diretamente às condições de clima no ano de cultivo, embora em geral, as condições climáticas do Sul do Brasil, favorecem o acamamento das plantas de trigo, um fator que pode limitar a produtividade da cultura (CARVALHO, 1982).

5.1.13 Peso do hectolitro e produtividade

O peso do hectolitro não diferiu significativamente em função da aplicação ou não dos reguladores de crescimento (Tabela 15), resultado similar ao encontrado por Penckowski (2006), que não verificou diferença no PH das cultivares Avante e BRS 177, em função do uso de regulador de crescimento e doses de nitrogênio. Provavelmente essa não resposta aos reguladores deve-se ao fato do PH ser uma característica mais ligada a genética das plantas e a problemas que afetam o enchimento de grãos, especialmente o clima (GUARIENTI et al., 2005), como observado no trabalho de Trindade et al. (2006), em que o uso de reguladores diminuiu o PH.

A produtividade foi afetada pelo uso dos reguladores de crescimento (Tabela 15), sendo essa produtividade similar entre os reguladores e superior em relação a não aplicação. Resultado similar foi encontrado por vários autores, que encontraram efeito positivo na produtividade com o uso de regulador de crescimento, especialmente o trinexapac-ethyl (LOZANO; LEADEN; COLABELLI, 2002 ; PENCKOWSKI, 2006. BERTI, 2007. RODRIGUES et al., 2003; TEIXEIRA ; RODRIGUES; SORATTO; ARF, 2004). Outros

autores relataram uma diminuição de produtividade com o uso de reguladores de crescimento, mas isto ocorreu em anos de clima seco, e também, com outras épocas de aplicação (TRINDADE et al., 2006; MOTTER, 2007).

O peso do hectolitro apresentou resposta linear com o aumento da densidade das plantas (Figura 10), assim quanto maior foi a densidade de plantas, maior foi o peso do hectolitro, provavelmente devido a resposta linear decrescente da variável espiguetas espigas⁻¹, a qual influencia diretamente no peso de grãos e também no peso do hectolitro. Resultados similares foram obtidos por Teixeira Filho et al. (2008) que avaliaram duas densidades de semeadura e doses de nitrogênio no cerrado, e verificaram que o aumento da população gerou plantas com um maior peso do hectolitro e um menor número de espiguetas espiga⁻¹.

A produtividade mostrou resposta linear positiva em função do aumento da densidade de plantas (Figura 11). Isso mostra que densidades maiores resultaram em aumento de produtividade, mas, como o aumento foi de pouco mais de 70 kg ha⁻¹ para cada 100 sementes m⁻², o custo dessa semente deve ser avaliado para ver se há um aumento compensatório em relação ao número de sementes recomendado para a cultivar Safira. Destaca-se ainda que vários resultados mostram que não há variação de produtividade com o aumento da densidade dentro os limites de 250 e 600 sementes m⁻² (MUNDSTOCK, 1983; SILVA; GOMES, 1990; ZAGONEL et al., 2002). A manutenção da produtividade de grãos, com diferentes densidades de semeadura, é atribuída à compensação nos demais componentes da produção (HOLEN et al., 2001), uma vez que o trigo apresenta elevada capacidade de compensar a falta ou excesso de um componente pela modificação ou ajuste nos demais componentes (FREEZE, BACON, 1990), pelo que o uso de um número elevado de sementes pode ser desnecessário e ainda com aumento do custo de produção.

No presente experimento a produtividade não atingiu mais de 3000 kg ha⁻¹ e o PH médio foi de 77,9 (Tabela 15). A produtividade não foi superior a média da região,

provavelmente devido a chuvas constantes durante o ciclo da cultura, que afetam o desenvolvimento da cultura. Isso foi observado nos anos de 1990 e 1998, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, quando a precipitação pluvial e o excesso hídrico do solo afetaram negativamente o peso do hectolitro, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos do trigo (GUARIENTI et al., 2005).

Tabela 15- Peso do hectolitro e produtividade da cultivar safira, em função do uso ou não dos reguladores de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de Crescimento	Peso do hectolitro (kg hL ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
	Safira	
Sem regulador	77,77 a	2249.89 b
Cyocel & ethephon	77,88 a	2681.89 a
Trinexapac-ethyl	78,16 a	2687.94 a
C.V. %	2,84	17,83

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

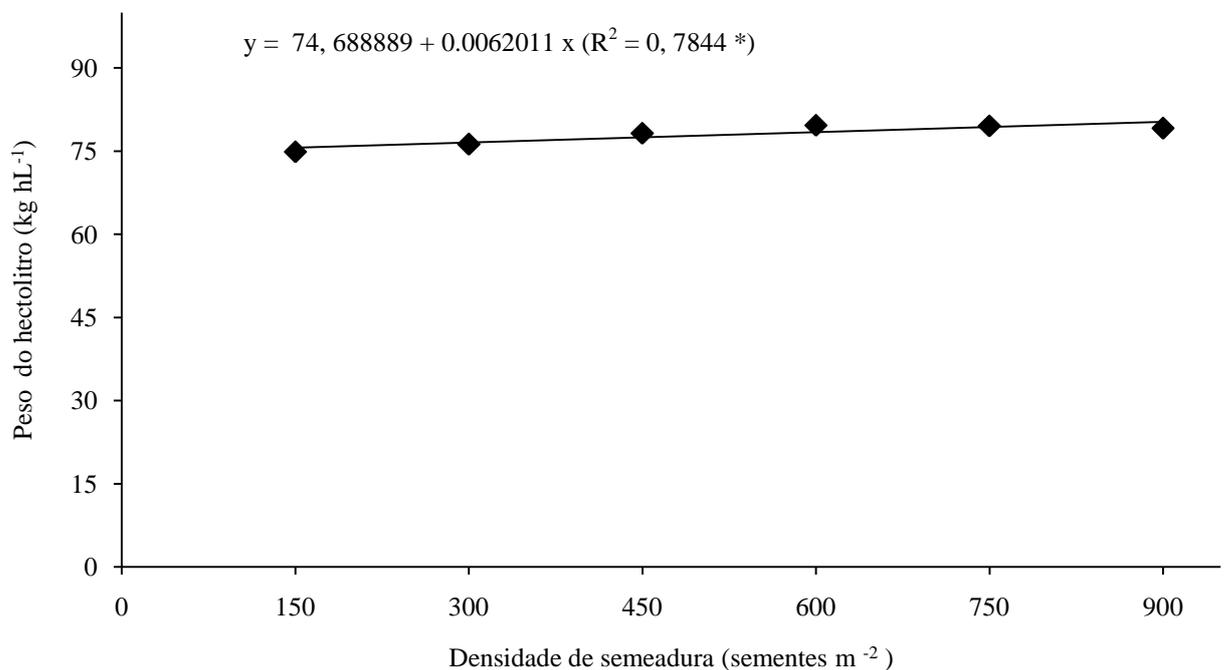


Figura 10- Peso do hectolitro da cultivar safira em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. *5% de probabilidade.

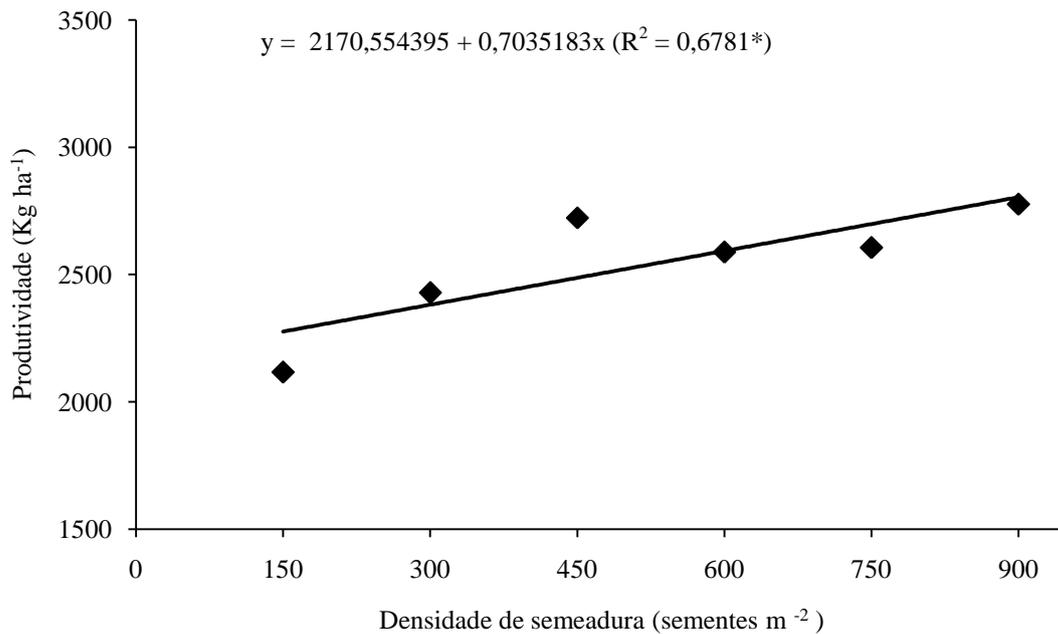


Figura 11- Produtividade da cultivar safira, em função de diferentes densidades de semeadura na média do uso ou não de reguladores. Ponta Grossa, PR, 2008. *5% de probabilidade.

5.2 CULTIVARES BRS208 E OR1

Para as cultivares BRS208 e OR1 as características avaliadas foram afetadas pela densidade de semeadura e pelo regulador de crescimento trinexapac-ethyl.

5.2.1 Plantas m⁻¹

A produtividade de grãos é influenciada diretamente pela densidade de semeadura, que está relacionada com o número de espigas por unidade de área, e juntamente com o número de grãos por espigas e a massa de grãos determinam esta produtividade (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; GRAFIUS, 1964).

O número de plantas m⁻¹ foi afetado pelo aumento da densidade de semeadura, respondendo de forma linear e crescente para as cultivares BRS208 e OR1 (Figura 12). O número de plantas emergidas foi menor que o número de sementes semeadas, o que é comum

ocorrer mesmo em sementes de boa qualidade e tratadas como as utilizadas no experimento, visto que a competição intraespecífica e fatores de campo sempre reduzem o número de plantas emergidas, como demonstrado na Figura 12.

O regulador de crescimento foi aplicado após o estabelecimento da população de plantas, então a variável plantas por metro não foi influenciada pelo trinexapac-ethyl.

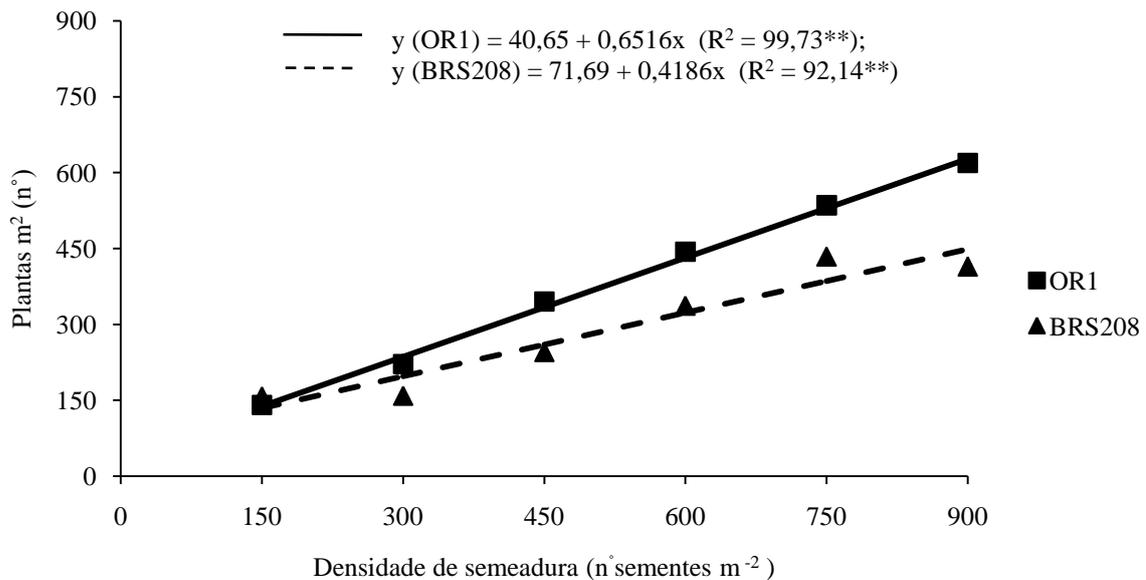


Figura 12-Plantas m⁻² das cultivares de trigo OR1 e BRS208, em função da densidade de sementeira na média do uso ou não de regulador de crescimento. Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade.

5.2.2 Altura de plantas

A redução da altura da planta é o efeito esperado dos reguladores de crescimento, pois atuam na síntese das giberelinas ativas, reduzindo o alongamento celular e, por consequência, diminuem a altura das plantas (NAQVI, 1994; TAIZ, ZEIGER, 2004). O trinexapac-ethyl diminuiu a altura das plantas na cultivar BRS 208, não afetando as plantas da cultivar OR1 (Tabela 16). Esse resultado corrobora com a classificação de grupos em que estão relacionadas as cultivares de trigo com sua resposta ao regulador de crescimento, onde BRS208 se enquadra no Grupo I, cultivares com maior resposta ao regulador e OR1 se

enquadra no Grupo III, cultivares com nula ou pouca resposta ao regulador de crescimento, devido ao seu porte baixo (PENCKOWSKI; FERNANDES, 2010).

Vários autores também têm encontrado resultados de redução de altura de plantas com o uso de reguladores de crescimento, em diferentes locais, doses, cultivares e épocas de aplicação (ZAGONEL; VENÂNCIO; KUNZ, 2002; ZAGONEL, 2003; MATYSIAK, 2006; PENCKOWSKI, 2006; MATYSIAK, 2006; BERTI; ZAGONEL; FERNANDES, 2007; FERNANDES, 2009; ESPÍNDULA et al., 2010) mostrando a efetividade deste regulador em reduzir a altura de plantas.

O aumento da densidade de semeadura não afetou a altura das plantas da cultivar OR1, mas para a cultivar BRS208 resultou em plantas mais altas, provavelmente em razão da competição intraespecífica por luz (Tabela 17).

O aumento da densidade para a cultivar BRS 208, gerou plantas mais altas (Tabela 16), que perfilharam menos (Figura 16), devido a dominância apical, que ocorre pela busca por radiação, usando a energia disponível para crescimento em altura da planta e não para emissão de perfilhos. Trindade et al. (2006) avaliaram cultivares e densidades de trigo irrigado e também verificaram aumento da altura de plantas em maiores populações, atribuindo o resultado à competição entre as plantas. Além do trigo e do arroz, outras espécies como as plantas daninhas, *Datura stramonium* e *Abutilon theophrasti*, reagiram ao sombreamento por plantas de soja, aumentando o comprimento de seus caules e posicionando suas folhas acima do dossel da cultura, como uma reação em busca de luminosidade devido ao sombreamento promover alterações hormonais, como aumento da dominância apical, do comprimento de entrenós e inibição de ramos laterais (HUTCHINGS, 1976; REGNIER; STOLLER, 1989; DEREGIBUS; SANCHEZ; CASAL, 1983; CASAL; DEREGIBUS, SANCHEZ, 1985)

Tabela 16 - Altura da planta mãe de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Altura planta mãe (cm)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	77,33 a	69,89 a
Sem Regulador	78,33 a	77,65 b
C.V. (%)	6,683	7,744

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 17-Altura da planta mãe de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	Altura planta mãe (cm)	
	OR1	BRS208
150	73,22	66,74
300	81,57	70,21
450	78,68	76,54
600	76,40	75,71
750	79,80	78,03
900	77,32	75,39
Equação	NS	L**
R ² (%)	---	65,93

NS = não significativo; **= significativo a 1% de probabilidade; L = linear; Altura planta mãe (com e sem regulador) = $67,19 + 0,01254x$.

5.2.3 Comprimento do pedúnculo

O comprimento do pedúnculo não foi afetado pelo trinexapac-ethyl na cultivar OR1 (Tabela 18). Para a cultivar BRS208 o comprimento do pedúnculo foi menor quando do uso do regulador de crescimento, corroborando com os resultados de trabalho realizado por Espíndula et al. (2010), que avaliando reguladores de crescimento em Viçosa, MG, verificaram que o trinexapac-ethyl reduziu o pedúnculo das plantas de trigo. Esses resultados mostram que a variação do comprimento do pedúnculo em função do trinexapac-ethyl é variável com a cultivar provavelmente em função do ciclo, porte e da resposta ao regulador.

A densidade de semeadura afetou somente o comprimento do pedúnculo da cultivar BRS208, que respondeu de forma quadrática em função desta variável, e valor máximo obtido em populações próximas a 600 plantas m⁻². Isso indica que há uma competição entre as plantas por luz, causando aumento da altura de plantas (Figura 13) pelo aumento do comprimento pedúnculo. A cultivar OR1 não teve o pedúnculo alterado com o uso do

regulador de crescimento, resultado que não difere das pesquisas realizadas pela Fundação ABC nos anos de 2007, 2008, 2009, que classificam esta cultivar em um grupo de cultivares que não são afetadas pelo regulador de crescimento.

Tabela 18-Comprimento do pedúnculo de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Comprimento do pedúnculo (cm)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	17,87 a	11,19 a
Sem Regulador	17,67 a	14,35 b
C.V. (%)	9,28	23,21

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

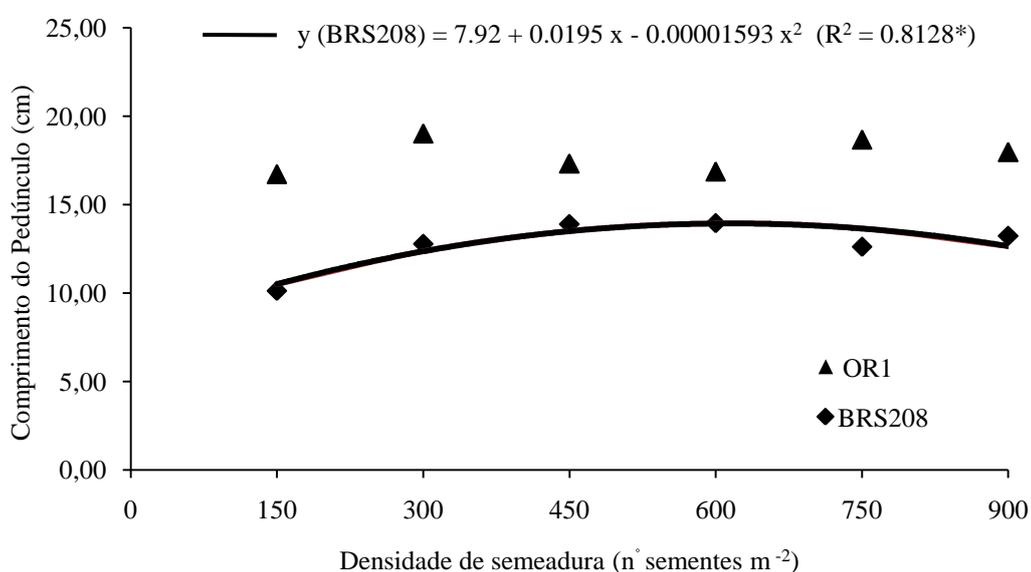


Figura 13-Comprimento do pedúnculo do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008. * significativo a 5% de probabilidade.

5.2.4 Comprimento e largura da folha bandeira

Para a cultivar OR1 foram analisadas as variáveis comprimento e largura da folha bandeira, já que vários autores tem percebido a mudança da arquitetura foliar pelo uso de reguladores de crescimento, mas sem determinar o local da planta que ocorre esta mudança. O comprimento da folha bandeira foi menor com o uso do regulador de crescimento em relação à testemunha (Tabela 19), sendo este um fator que colabora para mudança na arquitetura de plantas, com folhas mais curtas e mais eretas, promovendo uma melhor

interceptação da radiação solar. Taiz e Zeiger (2004), relataram que um dos efeitos da inibição das giberelinas é a diminuição do tamanho das folhas, o que ocorreu no presente experimento.

A largura das plantas não variou com o uso do regulador de crescimento (Tabela 20). O aumento da densidade não exerceu influência no comprimento e na largura da folha bandeira das plantas avaliadas (Tabela 21).

Tabela 19-Comprimento da folha bandeira (cm) da cultivar OR1 em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de crescimento	Comprimento folha bandeira (cm)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	13,6311 a	-----
Sem Regulador	15,3238 b	-----
C.V. (%)	11,513	-----

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

Tabela 20-Largura da folha bandeira (cm) da cultivar OR1 em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de crescimento	Largura folha bandeira (cm)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	1,15 a	-----
Sem Regulador	1,81 a	-----
C.V. (%)	145,341	-----

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

Tabela 21-Comprimento e largura da folha bandeira da cultivar OR1, na antese, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	Comprimento da folha bandeira (cm)		Largura da folha bandeira (cm)	
	OR1	BRS208	OR1	BRS208
150	14,80	-	1,11	-
300	15,04	-	1,16	-
450	14,09	-	1,13	-
600	13,96	-	1,07	-
750	14,60	-	1,29	-
900	14,36	-	1,15	-
Equação	NS	NS	NS	NS
R ²				

NS = não significativo.

5.2.5 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo não foi influenciado pelo trinexapac-ethyl em ambas as cultivares, corroborando com os resultados encontrados por Zagonel et al. (2002b) que testando população, doses de nitrogênio e regulador de crescimento não observou variação do diâmetro do colmo em função do regulador de crescimento (Tabela 22). Outro resultado similar foi encontrado por Fernandes (2010), que não encontrou variação do diâmetro do colmo em função do regulador trinexapac-ethyl em três cultivares.

De acordo com o fabricante do trinexapac-ethyl, o uso desse regulador promove aumento do esclerênquima do colmo quando aplicado do primeiro para o segundo nó visível, tal como foi feito no presente trabalho, e assim, as possíveis alterações no colmo podem ter ocorrido internamente, já que no presente trabalho o diâmetro foi medido externamente.

As diferentes densidades de semeadura não afetaram o diâmetro do colmo para as duas cultivares avaliadas (Tabela 23), diferindo dos resultados de experimentos realizados por Zagonel; Venâncio e Kunz (2002) e Fernandes (2010), nos quais foi observada diminuição do diâmetro do colmo com o aumento da densidade de plantio que os autores atribuem à competição intraespecífica.

Tabela 22-Diâmetro do colmo de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Diâmetro do colmo (mm)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	2,86 a	3,36 a
Sem Regulador	2,84 a	3,15 a
C.V. (%)	9,61	13,13

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 23- Diâmetro do colmo de duas cultivares de trigo em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de plantio (n° de sementes m ⁻²)	Diâmetro do colmo (mm)	
	OR1	BRS208
150	2,80	3,43
300	2,90	3,33
450	3,00	3,28
600	2,94	3,01
750	2,74	3,08
900	2,74	3,42
Equação	NS	NS
R ² (%)	---	---

NS = não significativo

5.2.6 Número de folhas verdes planta⁻¹

A absorção da radiação é uma variável envolvida no processo de produção de fitomassa e grãos (RUDORFF et al.,2002). Assim, a manutenção de folhas saudáveis e ativas fotossinteticamente é um fator importante para uma alta produtividade. O regulador de crescimento pode afetar a arquitetura de plantas, gerando folhas mais eretas, posicionadas em perfil, interceptando a radiação em ângulo agudo e protegendo as folhas de injúrias causadas pelo super aquecimento e de intensidade de radiação excessivas (LARCHER, 2004).

Para o número de folhas verdes não ocorreu interação entre o regulador de crescimento e a densidade de semeadura. O uso do regulador de crescimento não afetou o número de folhas verdes para ambas as cultivares (Tabela 24), mostrando que houve alteração da arquitetura de plantas pelo uso do regulador, esta ocorreu no tamanho das folhas.

Com o aumento da densidade de semeadura, o número de folhas verdes diminuiu linearmente para a cultivar OR1, não sendo afetado na cultivar BRS208 (Figura 14). A redução do número de folhas nas densidades maiores provavelmente ocorre devido a uma competição por água, radiação e nutrientes, que nestas populações maiores podem ser insuficientes, gerando uma perda de área fotossintética. Competição como esta por nutrientes e luz, foi verificada por diversos pesquisadores (DONALD, 1958; BOOKMAN, MACK, 1983), e para que esta competição ocorra, deve ocorrer sobreposição entre os nichos dos

indivíduos envolvidos, de forma que utilizem estes recursos (McNAUGHTON; WOLF, 1973).

Tabela 24-Folhas verdes planta mãe de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de crescimento	Folhas verdes planta mãe (n°)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	2,06 a	3,36 a
Sem Regulador	2,04 a	3,51 a
C.V. (%)	14,793	8,766

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

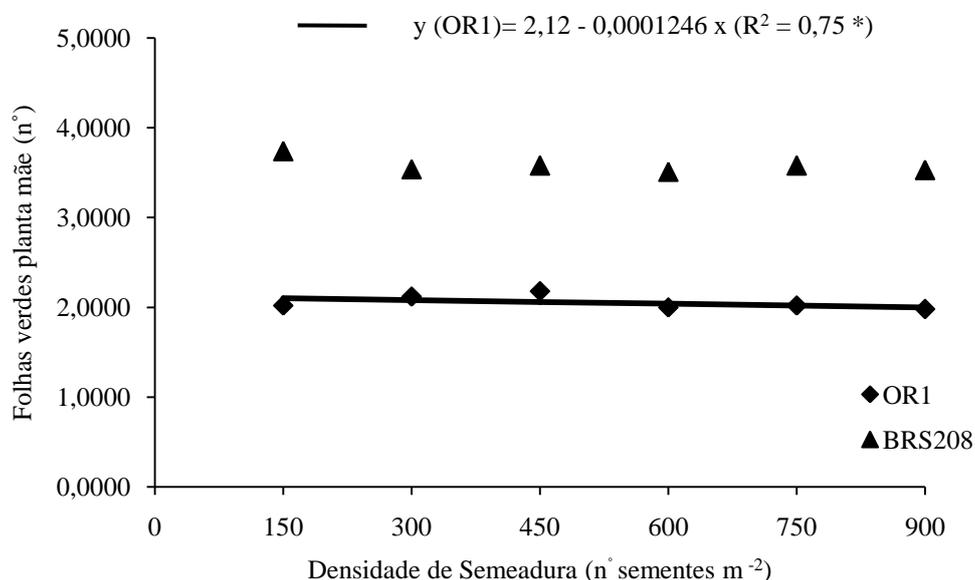


Figura 14-Folhas verdes da planta mãe (n°) das cultivares de trigo OR1 e BRS208, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008. * significativo a 5% de probabilidade.

5.2.7 Área foliar

A área foliar por planta não foi afetada pelo uso do regulador de crescimento para as cultivares OR1 e BRS208 (Tabela 25). Resultado similar foi encontrado por Fernandes (2009), que testando as cultivares OR1, Safira e BRS208, não verificou efeito do regulador de crescimento na área foliar, na fase de alongação, resultado que corrobora com Duda (2007), que avaliou área foliar e doses de trinexapac-ethyl e não observou variação da área foliar.

O aumento da densidade de semeadura afetou a área foliar das plantas da cultivar BRS208 de forma linear decrescente (Tabela 26), resultado que corrobora com trabalho conduzido por Fernandes (2009), que avaliou a área foliar desta cultivar em relação a densidade de semeadura, e também verificou a diminuição da área foliar com o aumento da densidade de semeadura, fator atribuído a competição de plantas, que acaba reduzindo o crescimento da massa seca das plantas (SATORRE, 1999). A área foliar das plantas da cultivar OR1 não foi afetada pelo aumento da densidade, como também sua massa seca.

Tabela 25-Área foliar planta⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Área Foliar (cm ²)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	30,21 a	127,00 a
Sem Regulador	29,33 a	118,18 a
C.V. (%)	60,27	31,13

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

Tabela 26-Área foliar planta⁻¹ de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	Área Foliar (cm ²)	
	OR1	BRS208
150	29,61	162,18
300	42,86	137,68
450	33,85	116,90
600	25,75	114,00
750	23,61	112,90
900	22,93	91,89
Equação	NS	L**
R ² (%)	---	89,37

NS = não significativo; L= linear ; **= significativo a 1% de probabilidade; Área foliar planta⁻¹ (BRS208- com e sem regulador) = 165,46 -0,00816 x

5.2.8 Número de perfilhos planta⁻¹

O número de perfilhos por planta não foi afetado pelo trinexapac-ethyl, pois na época de aplicação do regulador o número de perfilhos emitidos já estava estabelecido (Tabela 27).

A emissão e sobrevivência de perfilhos dependem da intensidade da concorrência entre as plantas da comunidade (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2000). Com a

variação da densidade de semeadura, observou-se efeito no número de perfilhos planta⁻¹ para ambas as cultivares, apresentando uma equação linear decrescente, ou seja, quanto maior a densidade de semeadura, menor foi o número de perfilhos (Figura 15).

Em densidades mais altas a competição entre plantas em comunidades se inicia muito cedo afetando a dominância apical. Esta inibe o crescimento de órgãos laterais. A dominância apical é influenciada pela qualidade da luz, ou seja, pela razão entre os valores de radiação vermelha (V) e vermelha extrema (Ve) da radiação total incidente, nas comunidades de população mais elevada a incidência de luz pode ser inferior a das menores populações, assim menor perfilhamento (BALLARÉ et al., 1992; SCHMITT & WULFF, 1993).

Tabela 27-Perfilhos planta⁻¹ de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Folhas verdes planta mãe (n°)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	1,62 a	2,00 a
Sem Regulador	1,72 a	1,89 a
C.V. (%)	49,93	33,56

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

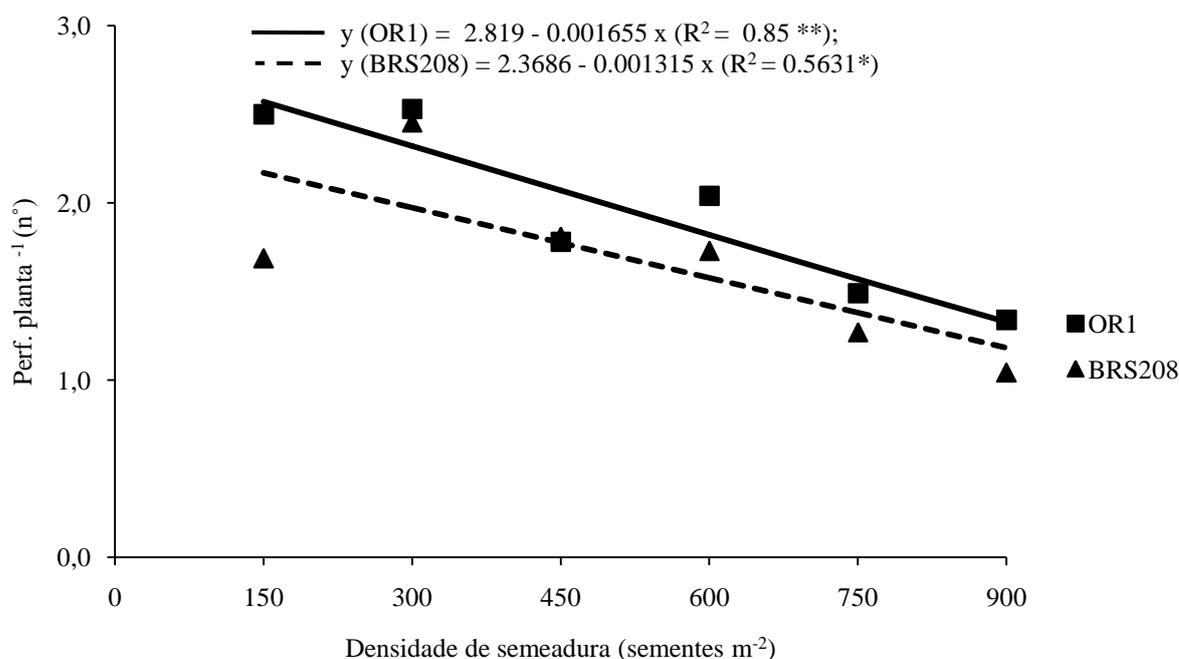


Figura 15-Perfilhos planta⁻¹ das cultivares de trigo OR1 e BRS 208, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento. Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade.

5.2.9 Massa seca das folhas, dos colmos e das espigas

O trinexapac-ethyl não afetou a massa seca do caule, folhas e espiga para as cultivares avaliadas (Tabela 28), resultado que corrobora com encontrados por Zagonel ; Venâncio e Kunz, (2002) e Fernandes (2009) que também não observaram efeito do uso de regulador de crescimento na massa seca das plantas, pois a variação da produção de massa seca em função do regulador de crescimento é variável com as condições climáticas e manejo empregado (Fernandes, 2009).

O aumento da densidade de semeadura afetou de forma linear decrescente a massa seca do caule, folhas e espiga para a cultivar BRS208 (Tabela 29), de forma que este aumento da densidade gerou plantas com massa seca inferior nas menores densidade. Este fato pode ter ocorrido devido a diminuição do número de perfilhos por planta e da área foliar por planta, que diminuíram na mesma proporção que a massa seca da planta, resultados encontrados também por Fernandes (2009) e Zagonel; Venâncio e Kunz (2002), que testaram população de plantas e o uso ou não de regulador de crescimento e verificaram diminuição linear da massa seca da planta com aumento da densidade de semeadura, e atribuem o acamamento a diminuição da massa seca dos colmos. Para a cultivar OR1 a massa seca do caule e espiga não apresentaram diferença significativa em função da densidade de semeadura (Tabela 29).

Tabela 28-Massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca das espigas da cultivar OR1 e BRS208, antese, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa.PR.2008.

Regulador de crescimento	MS do caule (g)		MS das folhas (g)		MS da espiga (g)	
	OR1	BRS208	OR1	BRS208	OR1	BRS208
Sem regulador	23,33 a	26,40 a	----	6,53 a	15,56 a	6,47 a
Com regulador	20,55 a	24,36 a	----	6,48 a	15,50 a	6,46 a
C.V. (%)	32,14	29,74	----	21,85	35,42	25,21

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

Tabela 29-Massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca das espigas da cultivar OR1 e BRS208, na antese, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	MS do caule (g)		MS das folhas (g)		MS da espiga (g)	
	OR1	BRS208	OR1	BRS208	OR1	BRS208
150	26,70	33,22	----	8,59	19,40	7,98
300	28,30	30,26	----	7,77	17,80	7,65
450	21,17	22,84	----	6,50	16,10	6,41
600	20,00	23,68	----	6,02	14,40	6,03
750	20,00	20,93	----	5,29	12,90	5,36
900	15,00	21,36	----	4,84	10,70	5,42
Equação	NS	L**	----	L**	NS	L**
R ² (%)	86,75	81,79	----	97,44	77,48	92,70

NS = não significativo; L = Linear, **= significativo a 1% de probabilidade; BRS208 - Massa seca do caule (com e sem regulador) = 34,03 – 0,016 x; Massa seca das folhas (com e sem regulador) = 9,17 – 0,0050 x; Massa seca das espigas (com e sem regulador) = 8,48 – 0,0038 x.

5.2.10 Número de colmos m⁻¹

O número de colmos m⁻¹ das cultivares BRS208 e OR1 não foi influenciado pelo uso de trinexapac-ethyl (Tabela 30), visto que na época de aplicação do regulador de crescimento o número de colmos metro⁻¹ era uma variável já estabelecida, pois esta aplicação se deu durante a fase de alongamento dos colmos.

O número de colmos m⁻¹ é um fator que pode ser dependente da densidade de semeadura, variável com a cultivar e sua capacidade de perfilhamento. Na cultivar OR1, com o aumento da densidade de semeadura ocorreu o aumento linear do número de colmos metro⁻¹. Mesmo que as plantas das densidades mais altas tenham perfilhado menos que as das menores populações (Figura 16), no total, uma densidade maior de semeadura gerou um número de colmos superior. Isso não ocorreu para a cultivar BRS208, visto que o número de colmos não foi afetado pela densidade de semeadura, provavelmente pelo número de perfilhos ter compensado a variação da densidade.

Tabela 30-Número de colmos m^{-1} de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Colmos metro ⁻¹ (n°)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	69,72 a	76,66 a
Sem Regulador	74,05 a	74,91 a
C.V. (%)	16,56	19,062

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

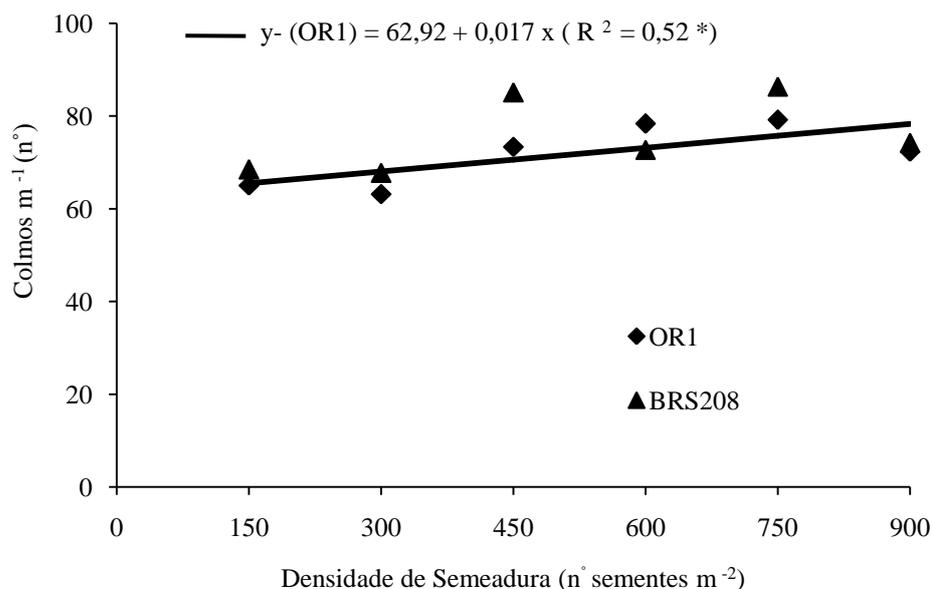


Figura 16-Colmos metro⁻¹ (n°) da do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008. * significativo a 5% de probabilidade.

5.2.11 Espigas viáveis m^{-1}

O número de espigas viáveis m^{-1} não foi influenciado pelo uso de regulador de crescimento (Tabela 31), resultado também encontrado por Fernandes, (2009), que testando três cultivares (Safira, OR1 e BRS208), e o trinexapac-ethyl, não verificou efeito do regulador de crescimento no número de espigas por metro quadrado. Penckowski (2006), testando duas cultivares, doses de nitrogênio e diferentes época de aplicação também não obteve resposta para a variável espigas viáveis m^{-1} em função de trinexapac-ethyl. Esses resultados corroboram também com resultados encontrados por outros autores (AMABILE et al., 2004; PENCKOWSKIAL; ZAGONEL; FERNANDES, 2009.)

A densidade de semeadura não influenciou o número de espigas viáveis m^{-1} , para a cultivar BRS208, porém afetou este fator na cultivar OR1, sendo a resposta uma equação linear crescente (Tabela 32), onde o número de espigas aumentou com o aumento da densidade de semeadura. Resultados que corroboram com resultados de experimento conduzido por Zagonel et al., (2002).

Tabela 31-Espigas viáveis m^{-1} de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de crescimento	Espigas viáveis metro ⁻¹ (n°)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	64,33 a	72,33 a
Sem Regulador	68,27 a	73,70 a
C.V. (%)	18,99	20,97

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 32-Espigas viáveis metro⁻¹ de duas cultivares de trigo em função da densidade de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m^{-2})	Espigas viáveis metro ⁻¹ (n°)	
	OR1	BRS208
150	57,00	66,37
300	55,83	65,37
450	67,33	83,5
600	74,50	70,75
750	73,50	81,75
900	69,66	70,37
Equação	L**	NS
R ² (%)	66,53	---

NS = não significativo; **= significativo a 1% de probabilidade; L = Linear; Espigas viáveis por metro (com e sem regulador) = $53,95 - 0,02x$.

5.2.12 Componentes de produção

O trinexapac-ethyl não afetou os componentes de produção, espiguetas espiga⁻¹, grãos espigueta⁻¹, grãos espiga⁻¹ e massa de mil grãos para as cultivares avaliadas (Tabela 33, 34). Resultados estes que corroboram com o de experimentos realizados por Degraf; Fernandes e Zagonel (2008) e Lima e Lovato (1995) que não verificaram efeito de trinexapac-ethyl para os componentes de produção.

O aumento da densidade de semeadura não afetou a maioria dos componentes de produção supracitados para a cultivar OR1, porém afetou a massa de mil grãos (MMG), que aumentou linearmente com o aumento da densidade de semeadura (Tabela 35).

Para a cultivar BRS208 o aumento da densidade gerou comportamento diferencial para cada componente. A variável espiguetas espiga⁻¹, diminuiu linearmente com o aumento da densidade de semeadura (Tabela 36), resultado já encontrado por outros autores que também avaliaram esta variável em função de diferentes populações, como Teixeira Filho et al, (2008), Zagonel et al. (2002a), corroborando também com experimento conduzido por Fernandes, (2009) que encontrou este mesmo resultado avaliando esta mesma cultivar.

O número de grãos espiga⁻¹ e de grãos por espiguetas responderam de forma quadrática ao aumento da densidade (Tabela 36). A massa de mil grãos não foi afetada com aumento da população.

Tabela 33-Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos, da cultivar OR1, na colheita, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa .PR.2008.

Regulador de Crescimento	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espiguetas ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
OR1				
Sem regulador	15,39 a	1,78 a	25,26 a	47,12 a
Com regulador	15,60 a	1,73 a	25,09 a	42,40 a
C.V.(%)	11,90	15,42	18,46	21,85

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

Tabela 34-Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos, da cultivar BRS208, na colheita, em função do uso ou não de regulador de crescimento (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa.PR.2008.

Regulador de Crescimento	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espiguetas ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
BRS208				
Sem regulador	15,00 a	1,93 a	29,7 a	49,25 a
Com regulador	14,86 a	1,83 a	29,41 a	49,66 a
C.V.(%)	4,52	11,19	11,53	4,472

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

Tabela 35-Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos, da cultivar OR1, na colheita, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espiguetas ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
OR1				
150	16,02	1,59	24,47	33,81
300	15,51	1,78	25,12	37,32
450	15,80	1,61	24,14	45,04
600	15,46	1,83	25,76	51,58
750	14,62	1,85	24,32	47,45
900	15,56	1,85	27,25	53,31
Equação	NS	NS	NS	L**
R ² (%)	---	---	---	85,50

NS = não significativo; L = Linear, **significativo a 1% de probabilidade. Massa de mil grãos (com e sem regulador) = 31,31 + 0,025 x.

Tabela 36-Espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos, da cultivar BRS208, na colheita, em função das seis densidades de semeadura (média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008.

Densidade de semeadura (n° de sementes m ⁻²)	Espiguetas espiga ⁻¹ (n°)	Grãos espiguetas ⁻¹ (n°)	Grãos espiga ⁻¹ (n°)	Massa de Mil grãos (g)
BRS208				
150	15,38	1,88	28,81	49,50
300	15,12	2,03	30,51	50,25
450	15,07	2,00	29,82	49,25
600	14,78	2,17	31,96	49,75
750	14,73	2,00	29,31	48,50
900	14,48	1,88	26,95	49,50
Equação	L**	Q*	Q**	NS
R ² (%)	96,93	75,59	78,19	---

NS = não significativo; Q = quadrática, L= linear; **= significativo a 1% de probabilidade; Espiguetas espiga⁻¹ (com e sem regulador) = 15,52 - 0,0011 x; Grãos por espiga (com e sem regulador) = 25,953+0,021x - 0,000022 x²; Grãos por espiguetas (com e sem regulador) = 1,66 + 0,0016 x - 0,000001562 x².

5.2.13 Produtividade e peso do hectolitro

O trinexapac-ethyl não alterou a produtividade para ambas as cultivares estudadas (Tabela 37), resultado correlato com a ausência da influência do regulador de crescimento na maioria dos componentes de produção. Segundo Rajala, (2003), a resposta da produtividade em função dos reguladores de crescimento é variável na ausência acamamento, sendo necessária cautela no momento de uma recomendação, já que o fator que pode ser responsável por este aumento de produtividade não está bem esclarecido (RODRIGUES;

VARGAS,2002). Para a cultivar OR1, esta ausência da resposta já era esperada, pois esta cultivar segundo a FUNDAÇÃO ABC (2009), encontra-se classificada como Grupo III em relação à resposta ao regulador de crescimento, isto é, cultivares de porte baixo e resistente ao acamamento, com resposta em produtividade entre 0 e 4%.

A cultivar BRS208, mesmo se encontrando no Grupo I, da classificação de cultivares quanto ao regulador de crescimento, isto é, suscetível ao acamamento e com resposta em produtividade entre 9 e 27%, não apresentou resposta significativa na produtividade com o uso de regulador de crescimento, fato que pode ter ocorrido em parte devido a ausência de acamamento no experimento em questão. Esses resultados corroboram com os de Fernandes (2009), que usando reguladores de crescimento na cultivar BRS208, não verificou aumento da produtividade.

Muitos autores tem relatado a ausência de resultado na produtividade com a variação da densidade de semeadura (MUNDSTOCK, 1983; SILVA; GOMES, 1990; ZAGONEL et al., 2002), já que o trigo mostra efeito compensatório com seus componentes de produção e assim ocorrer a manutenção da produtividade (FREEZE; BACON, 1990; HOLEN et al, 2001), este fato ocorreu no presente trabalho, pois na cultivar BRS208, a densidade de semeadura não afetou a produtividade, resultados que corroboram com trabalhos conduzidos por Didonet e Costa (2004), que observaram que o aumento da população de plantas não influenciou na produtividade de grãos.

Para a cultivar OR1 ocorreu aumento da produtividade com o aumento da densidade de semeadura (Figura 17), sendo a resposta uma equação linear crescente, porém segundo Satorre (1999), a produtividade em função da densidade de semeadura, é melhor descrita por um modelo de parábola, isto é, equação quadrática, o que não ocorreu no presente trabalho, provavelmente o aumento da densidade de semeadura não foi alto o suficiente para chegar a diminuir a produtividade e formar a parábola.

O peso do hectolitro não variou nem com o uso de regulador de crescimento (Tabela 38), e nem com a variação de densidade de semeadura para a cultivar BRS208 (Figura 18). Para a cultivar OR1 com o aumento da densidade ocorreu aumento linear do peso do hectolitro resultado que corrobora com obtidos por Teixeira Filho et al. (2008) que verificaram que o aumento da densidade promoveu um maior peso do hectolitro e um menor números de espiguetas espiga⁻¹.

O peso do hectolitro é uma variável muito afetada por fatores externos, como ambientais (excesso de chuva), fatores de manejo (atraso da colheita), entre outros. O peso do hectolitro da cultivar OR1 foi abaixo do considerado satisfatório e médio desta cultivar, devido a esta cultivar já haver perdido a sua resistência natural contra doenças e assim sendo mais afetada tanto no ph como na produtividade pelas doenças.

Tabela 37-Produtividade de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008.

Regulador de crescimento	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	2049,11 a	3447,57 a
Sem Regulador	1843,55 a	3560,31 a
C.V. (%)	21,85	19,24

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

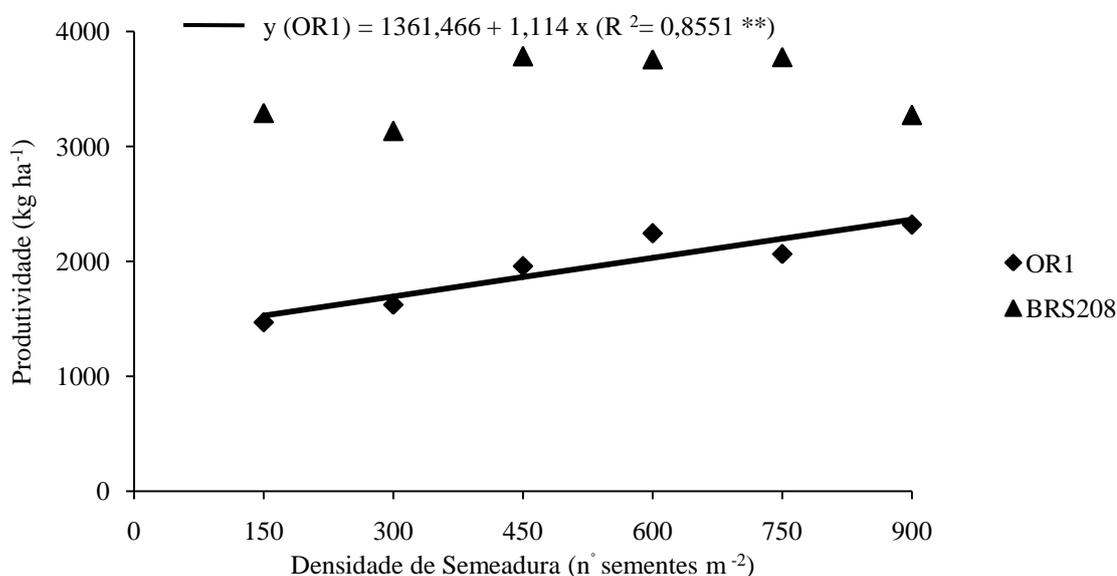


Figura 17-Produtividade do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 38-Peso do hectolitro de duas cultivares de trigo em função do uso ou não do regulador de crescimento trinexapac-ethyl (média de seis densidades de semeadura). Ponta Grossa, PR, 2008

Regulador de crescimento	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)	
	OR1	BRS208
Com Regulador	74,55 a	79,04 a
Sem Regulador	74,94 a	78,66 a
C.V. (%)	1,966	1,402

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

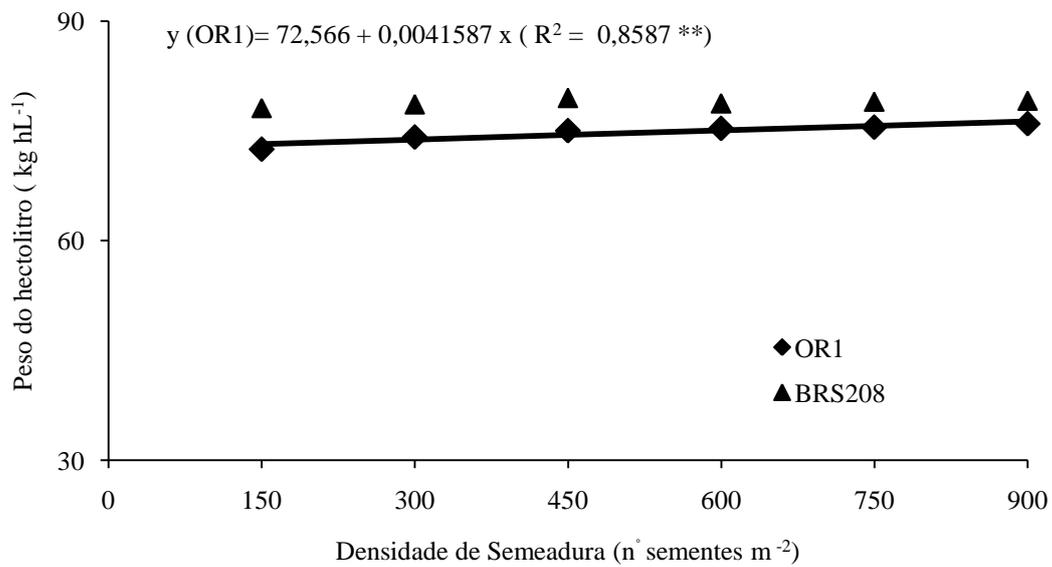


Figura 18-Peso do hectolitro do trigo, em função da densidade de semeadura na média do uso ou não de regulador de crescimento). Ponta Grossa, PR, 2008. ** significativo a 1% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

Na cultivar Safira o aumento da densidade de semeadura aumentou a altura da planta mãe, pedúnculo ,comprimento da folha bandeira, colmos e espigas por metro, massa de mil grãos , peso do hectolitro e produtividade, reduzindo o número de perfilhos, folhas verdes por planta e número de espiguetas por espiga.

O uso dos reguladores de crescimento promoveu aumento da produtividade para a cultivar Safira. A mistura cycocel & ethephon promoveu redução da altura das plantas.

Para a cultivar BRS208, o aumento da densidade de semeadura promoveu incremento da altura de plantas, redução do número de perfilhos por planta, de folhas verdes, da área foliar e da massa seca das plantas e o uso do trinexapac-ethyl diminuiu a altura de plantas e o comprimento do pedúnculo.

A densidade de semeadura afetou a cultivar OR1, aumentou o do número de colmos, espigas viáveis por metro, da massa de mil grãos, do peso do hectolitro e da produtividade, e o uso do trinexapac-ethyl diminuiu o comprimento da folha bandeira.

REFERÊNCIAS

AGROMIL. **Origem do trigo**. Disponível em < <http://www.agromil.com.br/3mil/trigo.htm>. Acesso em: 10 out. 09.

ALVES, A. C. Mecanismos de controle do desenvolvimento de afilhos em cereais de estação fria. 1998. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia). Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Sistema vascular e controle do desenvolvimento de perfilhos em cereais de estação fria. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2000.

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, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 14p.

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

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York, 1996. 332p (Chengdu Newsun Biochemistry Co. Ltd., 2009). Chemicals >Agricultural Chemicals > Plant Growth Regulator. <http://books.google.com.br>

BALANÇAS DALLE MOLLE (Caxias do Sul, RS). **Instruções para montagem da balança peso específico**. Caxias do Sul, 19--.

BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. ; *et al.* Photomorphogenic processes in the agricultural environment. **Photochem. Photobiol**, v. 56, p. 777-788, 1992.

BARROS, J. de A. I. Efeitos de ethephon em três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.398, p.20-23, 1991.

BATTISTI, G. K.; MARTINS, J. A. K.; VALENTINI, A. P. F.; ZAMBONATO, F.; GAVIRAGHI, F.; WAGNER, J. F.; DAMBRÓS, R.; VEZZOSI, L. F.; SCHWERTNER, D. V.; SILVA, J. A. G. DA. Arranjo Populacional e seus efeitos por modificações na densidade de semeadura em trigos (*Triticum aestivum*) do padrão multicolmo. **XVII Congresso de Iniciação Científica**. X Encontro de pós graduação., 2008

BERLEZE, R. **Efeito do bio-regulador cloreto de chlormequat no trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Santa Maria - RS. 117 p. (Tese Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 1989.

BERRY, P. M.; STERLING, M.; SPINK, J. H.; BAKER C. J.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; MOONEY, S. J.; TAMS, A. R.; ENNOS, A. R. Understanding and reducing lodging in cereals. **Advances in Agronomy** **84**, 217-271, 2004.

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

BIOMETEOROLOGIA Vegetal. **Instituto de Astronomia**, Geofísica e Ciências Atmosféricas- USP, Departamento de Ciências atmosféricas, São Paulo, 2006. 18p. Disponível em: < <http://www.dca.iag.usp.br/www/material/fgoncalv/biometeo/aula5.pdf>>, Acesso em: 15 agos.08

BOOKMAN, P. A.; MACK, R. N. Competition between *Bromus tectorum* L. and *Poa pratensis* L.; the role of light. **Oecologia, Berlim**, v. 57, n.5, p. 406 -411, 1983.

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

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de chlormequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1731-1737, 2006.

CARBONE, A.; VIDAL, A. Evolución de la producción de etileno en la hoja bandera y La panoja de arroz (*Oryza sativa* L.) y sus efectos sobre la calidad del grano. **Revista de La Facultad de Agronomía**, La Plata, v.102, n.2, p.197-202, 1997.

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

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far red irradiation. **Annals of Botany**, Cambridge, v. 56, n. 4, p. 553-559, 1985.

CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18. 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003a.v.1, p.199-202.

CHENGDU NEWSUN BIOCHEMISTRY CO. **Plant Growth Regulator, 2009**. Disponível em: <<http://www.tootoo.com/s-p/plant-growth-regulator--c-387231--cc-01050500.html>> Acesso em 02 abr.09

CHROMINSKI, A.; STANKEWICZ, S. Effect of chlorochiline chloride (CCC) on grain yields of three winter wheat cultivars. with varying resistance to lodging. **Field Crop Abstracts**, v. 27, n. 4, p. 158, 1972.

COGO, C. Trigo, Tendência de baixa no curto prazo e no longo prazo. **Consultoria Agroeconomica**, perspectivas para 2010, 2010.

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 35, 2003, Passo Fundo. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo**. Passo Fundo: CBPT, 2003. 119p.

CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO 7, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 932-940.

COSTA, A. C. S.; LIBARDI, P. L. Caracterização físico-hídrica de um perfil de terra roxa estruturada latossólica pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.663-677, 1999.

DAVIDSON, D. J.; CHEVALIER, P. M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v.30, p.832-836, 1990.

DAVIES, P. J. Introduction: The plant Hormones: Their Nature, Occurrence and functions. In: DAVIES,P. J. (Ed.) **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!**. 3 ed. Dordrecht: Springer, 1987.

DEGRAF, H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses de nitrogênio, regulador de crescimento e programas de controle de doenças afetando a cultivar de trigo ônix. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra**, Ponta Grossa, v. 14, n.2, p. 143-152, 2008.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J. J. Effect of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 72, n. 7, p. 900-902, 1983.

DONALD, C. M. The interaction of competition for light and for nutrients. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 9, n. 4, p.421-435, 1958.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistemas de produção 4**. Cultivo de Trigo. Brasília: Embrapa, 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/index.htm>> Acesso em: 10 out.09.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2006. 2 ed. 306 p.

EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Plataforma: **Plantio Direto**, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/plantiodiretohyl>>. **Crop Science**, Madison, v.38, p. 1028-1035, 1998.

ESALQ-USP, 2008. **Trigo**. Criar e Plantar. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br>> Acesso em: 19 jan. 10.

ESPÍNDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, M. A.; SOUZA, L. T.; FAVARATO, L. F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 379-387, 2009.

FACIN, A. **Efeito do uso do regulador de crescimento trinexapac-ethyl no acamamento e rendimento da cultura do trigo**. 2007. 59 f. Monografia (Conclusão de curso). Faculdade Assis Gugacz-Fag, Cascavel, 2007.

FAGERNESS, M. J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Sci.**, v. 38, p. 1028-1035, 1998.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. 2 ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. 611 p.

FERNANDES, E. C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. 2009. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

FREEZE, D.M.; BACON, R.K. Row-spacing and seeding rate effects on wheat yields in the Mid-South. **Journal of Production Agriculture**, v.3, p.345-348, 1990.

FUNDAÇÃO ABC. **Fundação ABC para assistência e divulgação técnica agropecuária**, 2009.

GAUSMAN, H.W. Plant biochemical regulators edited by h.w. Gausman, **Agricultural Research Services**, U.S. Department of Agriculture, Lubbock, Texas, 1992. 376 p.

GILL, W. D.; LANG, R. W.; RODGER, J. B. A. The effect of chlormequat and nitrogen on straw length, lodging and grain yield of wheat. **Field Crop Abstracts**, v. 28, n. 12, p. 748, 1974.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R. da.; DEL DUCA, L. de. J. A.; CAMARGO, C. M. de. O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 3, Sept. 2005. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101>. Acesso em: 10 abril, 2009.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Potafos**, Piracicaba, v.99, 2002. 12p.

GRAFIUS, J. E. A geometry for plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 2, p. 241-246, 1964.

HARTMANN, H. T.; KOFRANEK, A. M.; RUBATZKY, V. E. & FLOCKER, W. J. **Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988, 674p.

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

HOLEN, D. L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J. M.; CARLSON, G. R.; WICHMAN, D. M.; BERG, J. E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v.93, p.364-370, 2001.

HUMPHRIES, E. C. CCC and cereals. **Field Crop Abstracts**, v. 21, p. 91-99, 1968.

HUMPHRIES, E. C.; WELBANK, P. J.; WITTS, K. J. Effect of CCC on growth and yield of spring wheat in the field. **Annual Applied Biological**, v. 56, p. 351-361, 1965.

HUTCHINGS, M. J. Spectral transmission and the aerial profile in mature stands of *Mercurialis perennis* L. **Annals of Botany**, Cambridge, v. 4, n. 170, p. 1207-1216, 1976.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. **Informações técnicas para a cultura do trigo no Paraná-2000**. Londrina, 2000. 152 p. (IAPAR, Circular 109).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 jan. 2009.

KEPCZYNSKI, K.; CZAPLEWSKA, J. Effect of CCC on the stem anatomy of winter wheat cv. Zelazna at different rates of nitrogen application. **Field Crop Abstracts**, v. 28, p. 159, 1975.

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, 1989, Switzerland. **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, Dourados, 2001. 296p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LIBARDI, V. C. M.; COSTA, M. B. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) **Revista da FZVA**, Uruguaiiana, v. 4, n. 1, p. 16-23. 1997.

LIMA, S. S. R. M.; LOVATO, C. Efeito do cloreto de chlormequat sobre quarto cultivares de trigo em duas épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria,v. 25, n. 3, p. 371-374, 1995.

LOZANO, C. M.; LEADEN, M. I. **Efecto de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y altura 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/leaden.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

MANDARINO, J. M. G. **Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas**, Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1994. 36p. (EMBRAPA/CNPSO.Documentos, 75)

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Effects of gibberellin and ethephon on the anatomy of sugar cane plants. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. Brasília, v.34, n.10, p.1855-1863, out. 1999.

MASCHIO, J. **Boom do agronegócio eleva safra de trigo**. Agência Folha. Londrina. Online. Disponível em: <<http://www.consultores.com.br>> Acesso em: 06 jul.08.

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.

McNAUGHTON, S. J.; WOLF, L. L. **General Ecology**. New York; Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.

MOTTER, L. **Influência da adubação nitrogenada e de ethyl trinexapac no crescimento e produtividade do trigo**. Marechal Candido Rondon: 2007.49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon.

MULDER, E. G. Effect of mineral nutrition on lodging in cereals. **Plant and soil**. The Hague, v.5, p.246 -306, 1954.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria**. Editora NBS: Porto Alegre (RS), 1983. 265p.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Edição do Autor, 1999. 228 p.

NAFZIGER, E. D., WAX, L. M., BROWN, M. Response of five winter wheat cultivars to growth regulators and increased nitrogen. **Crop Sci**, Madison, v. 26, n. 4, p. 767-770, 1986.

NAQVI, S. S. M. **Plant growth hormones, growth promoters and inhibitors**. In: PESSARAKLI, M. (Ed) Handbook of plant and crop physiology. New York: Marcel Dekker, 1994. cap. 5, p. 527-556.

NEENAN, M.; SPENCER-SMITH, J. L.; An analysis of the problem of lodging with particular reference to wheat and barley. **Journal of Agricultural Science Cambridge** **85**, 495-507, 1975.

OLUMEKUN, V. O. An analysis of the response of winter wheat (*Triticum aestivum*) components to Cycocel (Chlormequat) application. **Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift Fur Acker Und Pflanzenbau**, v. 176, n. 3, p. 145-150, 1996.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.192, p.10-16, 2006.

PAZZETTI, G.; JUNIOR, P. A.; SCHWENING, F. F. Efeito de diferentes doses de cloreto de chlormequat e mepiquat sobre o crescimento da cultivar fibermaz 966. CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 932-940

PENCKOWSKI, L. H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

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. H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo**. Castro, Fundação ABC, 2009, 2 ed., 56 p.

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

PINTHUS, M. J. Lodging in wheat barley and oats, the phenomenon, its causes, and preventive measures. **Advances in agronomy**. New York, v. 25, n.1, p. 208-263, 1973.

RADEMACHER, W. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, v.51, p. 501-531, 2000.

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, Helsinki, 2003. Disponível em: <<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/rajala/plantgro.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2009.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Entendendo matocompetição em milho: concorrência de recursos, a qualidade da luz e da planta inteira. **Field Crops Research**, v. 71, p.139-150, 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**, Madison, v. 87, n. 6, p. 1100-1105, Nov./Dec. 1995.

REGNIER, E. E., STOLLER, E. W. The effects of soybean (*Glycine max*) interference on the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*), jimsonweed (*Datura stramonium*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n.2, p.187-195, 1989.

RICHARDS, R. A. A tiller inhibition gene in wheat and its effect on plant growth. **Australian Journal of Agricultural Science**, v. 39, p. 749-757, 1988.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. C. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. html. (Embrapa Trigo. Circular técnica 14. Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci14.htm)

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.

RODRIGUES, O.; VARGAS, R. **Efeito de redutor de crescimento cycocel e de altas doses de adubação nitrogenada em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 23 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 7). Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp07.htm> Acesso em: 10 abr.09.

RODRIGUES, R. A. F.; SORATTO, R. P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.546-556, 2004.

ROMAN, M.; OPAZO, A. U.; NOBREGA, L. H. P; JOHANN, J. A. Variabilidade espacial do número médio de perfilhos e rendimento da cultura de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p – 361-370, 2008.

ROSOLEM, C. A.; SILVERIO, J. C. O.; NAKAGAWA, J. Densidade de plantas na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária brasileira**. Brasília. v.18, p 977-984, 1983.

SAMORA, R. Safra de trigo do PR em 2010 deve crescer 15 % ante 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,safra-de-trigo-do-pr-em-2010-deve-crescer-15-ante-2009,587802,0.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

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

SATORRE, E. H. Plant density and distribution as modifiers of growth and yield. In: SATORRE, E. H.; SLAFER, G. A. **Wheat: Ecology and physiology of yield determination**. New York, Food Products Press, 1999. P. 141-150.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Cultura do trigo, 2009**. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Trigo.htm>. Acesso em: 10 mar.2009.

SEGANFREDO, R. Seleção de variedade de trigo para o ano agrícola de 1999. **Inf. Fundação ABC**, v. 1, n. 2, p. 16- 17, 1999

SHIMIDT, E. **Efeito de densidade e do arranjo de plantas no rendimento de aquênios e óleo e em outras características do girassol**. Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS,1985. 97 p. Dissertação de mestrado Agronomia- Fitotecnia.

SCHMITT, J.; WULFF, R. D. Light spectral quality phytochrome and plant competition. **Tree**, Victoria, v. 8, p. 47-51, 1993.

SILVA, D. B.; GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 25, n. 3, p. 305-315, 1990.

SILVA, J.R. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v. 4, n.3, 2009. Disponível em: www.iea.sp.gov.br. Acesso em: 27 maio.2009.

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, p.427-436, 1994.

SOFIATTI, V. SCHUCH, B. O. L. PINTO, F. J.; NOLASKO, L. C. A. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.418-423, mar-abr, 2006.

SOUZA, C. N. A. de. O acamamento e a reação de cultivares de trigo recomendadas no Rio Grande do Sul. Pesquisa **Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.33, n.5, p.537-541, maio 1998. (Número Especial).

SPARKES, D.L.; HOLME, S.J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, v.24, p.212-217, 2006.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development: Hormones and environment**. Academic Press: San Diego. 2002. 772p.

STACHECKI, S.; PRACZYK, T.; ADAMCZEWSKI, K. Adjuvant effects on plant growth regulators in winter wheat. **Journal of Protection Research**. v.44, n.4, 2004.

SYNGENTA. Trinexapac-ethyl, Regulador de crecimiento –No se rinde fortalece El rendimiento de su trigo. **Boletim técnico**. Chile. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Tradução de Eliane Romanato Santarém. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, R. de. C. F.; ALVAREZ, J. G. de. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.97 - 106, 2008.

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

Disponível em<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp20.htm>. Acesso em: 29 jun.2009.

THOMASON, E. W.; PHILLIPS, B. S.; GRIFFEY, C. A.; BROOKS, S. W. Hulled Barley Response to Ethephon Application, **Plant Management Network**., 2007. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2007/hulless/>>. Acesso em: 05 dez. 2009

TONET, G. L. **Resistência de plantas de trigo ao pulgão verde dos cereais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 3p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 17). Disponível em:< http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co17.htm>. Acesso em: 31 ago. 2008.

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÂNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.24-29, 2006.

VALERIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de ; MACHADO, A. de A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q. de.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de

perfis e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, 2008.

VALERIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de.; BENIN, G.; MAIA, C. L.; SILVA, G. A. J.; SHIMIDT, M.; SILVEIRA, G. da. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afixos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.

WEILER, E. W.; ADAMS, R. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163'935. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1991, Switzerland. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1991. p. 1133-1138.

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

ZAGONEL, J. Efeitos do regulador de crescimento trinexapac ethyl no desenvolvimento e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TRIGO, 18. 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003 a.v.1.p. 199-202.

ZAGONEL, J.; KUNZ, R. P. Doses de nitrogênio e de regulador de crescimento (Moddus) afetando o trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 20. 2005, Londrina. **Resumos e atas**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 135-140.

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

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

