

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE
UNICENTRO – PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA
MESTRADO**

**BIORREGULADORES APLICADOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS DO TRIGO E SEU EFEITO NO
DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NA QUALIDADE DA
FARINHA**

PATRICIA KRUPA E SILVA

GUARAPUAVA

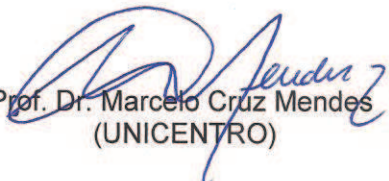
2014

Patrícia Krupa e Silva

**BIORREGULADORES APLICADOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO
TRIGO E SEU EFEITO NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NA QUALIDADE DA
FARINHA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2014.



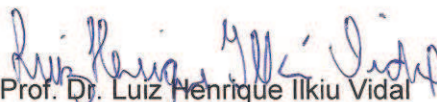
Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes
(UNICENTRO)



Prof. Dr. João Domingos Rodrigues
(UNESP)



Drª. Marizangela Rizzatti Ávila
(IAPAR)



Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2014

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

K94b KRUPA E SILVA, Patrícia
Biorreguladores aplicados em diferentes estádios fenológicos do trigo e seu efeito no desenvolvimento da planta e na qualidade da farinha / Patrícia Krupa e Silva. -- Guarapuava, 2014
xii, 73 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2014

Orientador: Marcelo Cruz Mendes
Banca examinadora: João Domingos Rodrigues, Luiz Henrique Ilkiu Vidal, Marizangela Rizzati Ávila

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Triticum aestivum*. 4. Promotores de crescimento. 5. Caracteres morfológicos e agronômicos. 6. Análise de farinha. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

| CDD 633.11

À minha família, meus pais Juceli e Marcos e meu filho Leonardo.

Ao meu namorado Antonio Guilherme.

Às pessoas que sempre me incentivaram a crescer.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por proporcionar esse caminho em minha vida e por acalmar meu coração em todos os momentos de dúvidas e angústias.

Quero também agradecer aos meus pais que sempre me incentivaram a ser uma pessoa melhor e lutar por um futuro, que mesmo distante, em certo momento ele chegaria e eu desfrutaria daquilo que construí com o passar dos anos.

Agradeço ao professor Marcelo Cruz Mendes, meu orientador, pela paciência e principalmente pelo tempo e seus conhecimentos dedicados para que eu pudesse crescer profissionalmente, percebendo e compreendendo como desenvolver da melhor forma uma pesquisa.

Gostaria de agradecer a UNICENTRO por abrir suas portas e fornecer sua infraestrutura para formar novos profissionais capacitados e competitivos para o mercado de trabalho. Agradeço também todas as pessoas que direta e indiretamente foram responsáveis pela execução da minha pesquisa como meus colegas Jean Carlos Zocche, Jhonatan Schlosser, Kathia Szeuczuk, Antoniele Serpa, Paulo Henrique Matchula, Esther Devantier Mendes e alguns membros do grupo do milho e funcionários da Universidade pela colaboração na condução dos experimentos.

À empresa MLCV – Grupo Santa Maria pela disponibilidade da área e de equipamentos para o experimento. Agradeço também à Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) pela disponibilização das colhedoras para trilhar as parcelas experimentais.

Um agradecimento especial para a Moageira Irati por disponibilizar o laboratório de análise de farinha e possibilitar os resultados dos parâmetros de qualidade de farinha na dissertação. Não deixando de lado a Andreza Rocha de Freitas por me receber de braços abertos em sua casa, me hospedando no período necessário para a realização das análises de farinha na Moageira.

Gostaria de pedir desculpas se acabei esquecendo de citar algum nome em especial, pois não é fácil escrever essas frases em alguns minutos tentando lembrar toda a caminhada realizada em dois anos, que digo de passagem, não foram nada fáceis.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Geral.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Produção mundial e nacional de trigo	4
3.2 Sistema de manejo.....	5
3.3 Condições edafoclimáticas.....	7
3.3.1 Temperatura.....	8
3.3.2 Pluviosidade	8
3.4 Papel dos hormônios vegetais nas plantas	9
3.4.1 Auxina	11
3.4.2 Citocinina	12
3.4.3 Giberelina	12
3.5 Modo de ação dos biorreguladores	13
3.6 Estudos com biorreguladores na agricultura	15
3.7 Resposta da cultivar ao uso de biorreguladores	17
3.8 Histórico e Mercado de Farinha de trigo.....	17
3.9 A importância da qualidade de farinha	19
3.9.1 Número de queda (NQ)	20

3.9.2	Glúten e Força de Glúten.....	21
3.9.3	Tenacidade e extensibilidade.....	22
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	Caracterização dos locais dos experimentos.....	24
4.2	Delineamento e detalhes experimentais.....	25
4.3	Características morfológicas avaliadas.....	28
4.3.1	Número de perfilhos (NP).....	28
4.3.2	Número de espigas (NE).....	28
4.3.3	Número de Grãos por Espiga (GE).....	28
4.4	Características agronômicas avaliadas.....	28
4.4.1	Peso hectolitro (PH).....	28
4.4.2	Peso de mil grãos (P1000).....	28
4.4.3	Produtividade de grãos (PROD).....	29
4.5	Características de Farinha de Trigo.....	29
4.5.1	Falling Number ou Número de queda (FN).....	29
4.5.2	Teor de glúten.....	30
4.5.3	Alveografia.....	30
4.5.3.1	<i>Pressão máxima (P) – tenacidade</i>	31
4.5.3.2	<i>Abscissa média de ruptura (L) – extensibilidade</i>	31
4.5.3.3	<i>Índice de configuração da curva (P/L) relação tenacidade/extensibilidade</i>	31
4.5.3.4	<i>Força de glúten (W)</i>	31
4.6	Análises estatísticas.....	32
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1	Características morfológicas e agronômicas.....	34
5.1.1	Características morfológicas.....	36

5.1.2	Características agronômicas	43
5.2	Parâmetros de qualidade de farinha	51
6	CONCLUSÕES	61
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados de precipitação pluviométrica (mm), por decêndio, em Guarapuava - PR, no período de 01/07/12 a 30/11/12. (Estação meteorológica da UNICENTRO, <i>campus</i> Cedeteg e Fazenda Três Capões).....	25
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Análises químicas de solo, camada de 0-20 cm, retirada antes da instalação dos experimentos a campo.....	24
TABELA 2 – Concentração de biorregulador na solução aplicada e a função equivalente ao hormônio.....	27
TABELA 3 – Resumo da análise de variância conjunta para características morfológicas e agronômicas como: o número de perfilhos (NP), número de espigas (NE), número de grãos por espigas (NGE), peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) para a cultivar Quartzo.....	34
TABELA 4 – Resumo da análise de variância conjunta para características morfológicas e agronômicas como: o número de perfilhos (NP), número de espigas (NE), número de grãos por espigas (NGE), peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) para a cultivar BRS Pardela.....	35
TABELA 5 – Médias das avaliações das características morfológicas, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.....	37
TABELA 6 – Médias das avaliações das características morfológicas, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	40
TABELA 7 – Médias das avaliações das características agronômicas, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais.....	43
TABELA 8 – Médias das avaliações das características agronômicas, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	47

TABELA 9 – Resumo da análise de variância conjunta para os parâmetros de qualidade de farinha como: número de queda (NQ), glúten úmido (GU), força de glúten (W), tenacidade (P), extensibilidade (L) e relação tenacidade/extensibilidade (P/L) para a cultivar Quartzo.....	51
TABELA 10 – Resumo da análise de variância conjunta para os parâmetros de qualidade de farinha como: número de queda (NQ), glúten úmido (GU), força de glúten (W), tenacidade (P), extensibilidade (L) e relação tenacidade/extensibilidade (P/L) para a cultivar Pardela.....	52
TABELA 11 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	53
TABELA 12 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	55
TABELA 13 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	57
TABELA 14 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo em Guarapuava, 2012.....	59

RESUMO

Patricia Krupa e Silva. Biorreguladores aplicados em diferentes estádios fenológicos do trigo e seu efeito no desenvolvimento da planta e na qualidade de farinha.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o uso de biorreguladores, isolados ou em associação, aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo e seus efeitos sobre parâmetros da qualidade de farinha em diferentes cultivares e locais de cultivo. Foram avaliadas duas cultivares de trigo, a Quartzo, classificado como trigo pão e a BRS Pardela, classificado como trigo melhorador. Os experimentos foram conduzidos a campo em dois locais de Guarapuava-PR, sendo denominado como local 1, o campo experimental da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Campus CEDETEG e local 2, a Fazenda Três Capões, pertencente à Empresa MLCV (Grupo Santa Maria) na safra agrícola de 2012. Os biorreguladores aplicados foram compostos por ácido indolbutírico (auxina), ácido giberélico (giberelina), cinetina (citocinina) em uso isolado e em associação dos biorreguladores. As aplicações foram realizadas em início do perfilhamento, em pleno florescimento e uma aplicação nos dois estádios, sendo uma no perfilhamento mais uma no florescimento. Foram realizadas avaliações de características morfológicas e agronômicas da cultura. Posteriormente foram realizadas análises laboratoriais na Moageira e Agrícola Irati, no município de Irati-PR, sendo avaliados os parâmetros de qualidade: número de queda, glúten úmido, força de glúten, tenacidade e extensibilidade da farinha. O local de cultivo influenciou na resposta dos tratamentos com biorreguladores e as características morfológicas e agronômicas avaliadas para as duas cultivares de trigo estudadas. A produtividade de grão foi afetada positivamente com o uso de biorreguladores na cultivar BRS Pardela. Os parâmetros de qualidade de farinha avaliados não foram influenciados pelo uso de biorreguladores aplicados em diferentes estádios fenológicos quando avaliadas as cultivares Quartzo e BRS Pardela.

Palavras Chaves: *Triticum aestivum*, promotores de crescimento, caracteres morfológicos e agronômicos e análise de farinha.

ABSTRACT

Patricia Krupa e Silva. Plant growth regulators applied at different growth stages of wheat and its effect on plant development and quality of flour.

The present study aimed to evaluate the use of plant growth regulators alone or in combination, applied at different wheat growth stages and its effect on evaluation parameters of the flour quality in different varieties and cultivation areas. Two cultivars of wheat were evaluated Quartzo classified as wheat bread and BRS Pardela classified as wheat breeder. The experiments were conducted in two different areas at Guarapuava-PR, the local 1 were the experimental field of the Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Campus CEDETEG and area 2, on the Três Capões Farm, owned by the Company MLCV (Santa Maria Group) for the 2012 harvest. The plant growth regulators were composed of indolebutyric acid (auxin), gibberellic acid (gibberellin), kinetin (cytokinin) used isolated or in combination. The applications were made in the early tillering stage, in full flowering and an application in the two stages, one at tillering another at flowering. Morphological and agronomic evaluations of the culture were performed. Later laboratory analyzes were performed in Milling and Agrícola Irati, located at Irati-PR, being evaluated this quality parameters: falling number, wet gluten, gluten strength, tenacity and flour extensibility. The cultivation area influenced the response to treatments with plant growth regulators and the morphological and agronomic characteristics evaluated for the two wheat cultivars studied. The grain yield was positively affected by the use of plant growth regulators for BRS Pardela. The Quartz Cultivar was influenced by the farming local being able to positively change the quality parameters of flour evaluation. The quality parameters of flour were not influenced by the use of plant growth regulators applied at different times when evaluated Quartz and BRS Pardela cultivars.

Key words: *Triticum aestivum*, growth promoters, morphological and agronomic characteristics and flour quality parameters.

1. INTRODUÇÃO

O trigo é o cereal de maior importância econômica obtendo a maior área mundial de cultivo. O continente asiático detém a maior área de plantio de trigo, obtendo cerca de 46%, seguido da Europa com 28%, juntos somando 74% da área cultivada com trigo. Países com alto nível de tecnologia como a Alemanha, apresentam em média produtividade de grãos de 7.300 kg ha^{-1} (FAO, 2013).

Em países como o Brasil, o trigo também apresenta grande importância econômica, porém sua produção encontra-se concentrada, em grande parte, nos estados do sul: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A média nacional de produtividade de grãos é de 2.300 kg ha^{-1} que se apresenta menor quando comparada à média de alguns estados, como exemplo do Paraná que possui média de produtividade de grãos de 2.400 kg ha^{-1} (CONAB, 2013). Em comparação aos países europeus, o Brasil pode alcançar maiores índices de produtividade de grãos, sendo necessária a realização de um manejo intensivo na cultura.

A rotação de culturas tornou-se importante, não apenas para realizar o manejo de pragas, doenças e plantas daninhas, como também para a manutenção da fertilidade do solo e fornecimento de palhada de qualidade para a cultura sucessora. O ano agrícola e principalmente as condições do solo e manejo, podem afetar de modo significativo as características dos grãos de trigo (MANDARINO, 1993).

Neste sentido, os agricultores necessitam amenizar os efeitos edafoclimáticos ocorridos entre os locais de cultivo e safra agrícolas, e uma das alternativas para tentar amenizar os fatores ambientais desfavoráveis seria o uso de biorreguladores, uma prática que vem tomando importância em cultivos anuais, que auxilia no crescimento e desenvolvimento do vegetal e conseqüentemente ocasionando aumentos quantitativos e qualitativos (CASTRO, 2010).

No momento não há consenso entre os pesquisadores, quanto à época de aplicação e a forma de uso isolada ou em associação dos biorreguladores. Esses fatos estão ligados aos resultados contraditórios obtidos em culturas de interesse econômico, nas quais esta incluída a cultura do trigo, neste sentido existe a necessidade de mais estudos incluindo também a variação de cultivares para uma melhor elucidação das respostas ao uso de biorreguladores na agricultura.

Como no Brasil o uso de trigo se dá, em grande parte, para a produção de farinha de trigo, a qual se destina a vários segmentos do mercado, como a fabricação de pães industriais e artesanais, bolos, massas alimentícias e a farinha para uso doméstico (ABITRIGO, 2013), a finalidade da farinha vai depender de suas características tecnológicas, ou seja, parâmetros de qualidade, sendo determinados por meio de análises laboratoriais para quantificação: número de queda, força de glúten e as características chamadas de viscoelásticas compostas por parâmetros de tenacidade (P), extensibilidade (L) e relação P/L, são parâmetros que estão diretamente relacionadas com os grãos de trigo produzidos, sendo estes, influenciados pelo local de cultivo e manejo adotado.

Diante disso, é evidente a importância de mais estudos para obtenção de maiores informações sobre a aplicação de biorregulador, sendo notória a escassez de trabalhos, principalmente na cultura do trigo e a sua relação com a qualidade de farinha produzida.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o uso de biorreguladores, isolados ou em associação, aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo e seus efeitos sobre parâmetros de avaliação da qualidade de farinha em diferentes cultivares e locais de cultivo.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar o efeito de diferentes biorreguladores, sendo estes o ácido indolbutírico, ácido giberélico e cinetina, isolados ou em associação nas características morfológicas e agronômicas das cultivares de trigo Quartzo e BRS Pardela;
- Observar o efeito da aplicação de diferentes biorreguladores, isolados ou em associação, nas características morfológicas e agronômicas da cultura do trigo em diferentes locais no município de Guarapuava-PR;
- Estudar o uso de diferentes biorreguladores, isolados ou em associação aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo;
- Avaliar o uso de biorreguladores, isolados ou em associação aplicados em diferentes estádios fenológicos e seus efeitos sobre parâmetros de avaliação da qualidade da farinha produzida;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Produção mundial e nacional de trigo

Segundo a FAO (2013), o trigo é o cereal com maior área de cultivo no mundo, passando de 216 milhões de hectares e com produção de pouco mais de 674 milhões de toneladas em 2012. O continente asiático detém cerca de 46% da produção mundial, seguido da Europa com 28% totalizando 314 e 195 milhões de toneladas respectivamente. Contudo o continente europeu possui a maior produtividade de grãos, sendo em torno de 3,6 toneladas por hectare, obtendo destaque a Alemanha que possui a tecnologia de produção mais avançada, e a produtividade de grãos média é de 7,3 toneladas por hectare.

No Brasil, o trigo também é o cereal de inverno de maior importância, sendo cultivado principalmente na região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), sua produção também abrange os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal. Entretanto nos estados do centro-oeste e sudeste se faz necessário a adoção do cultivo irrigado (EMBRAPA, 2013b).

A área plantada com trigo está em quase sua totalidade, em torno de 90% na região sul do país, devido às condições ambientais mais favoráveis para o cultivo do cereal. Com o passar dos anos a produção do trigo sofreu muitas oscilações, passando de 5.788 mil toneladas da safra 2011/12 para 4.379 mil toneladas sendo estimadas para a safra 2012/13 (CONAB, 2013).

No Paraná a produção chegou a 2.501 mil toneladas participando com cerca de 43% da produção nacional de trigo na safra de 2011/12 e a média de produtividade de grãos de 2,4 toneladas por hectare e uma área de plantio de 1.042 mil hectares com a cultura. A expectativa de produção para o ano de 2013 é de que o Paraná irá corroborar com 48% da produção nacional, totalizando 2.112 mil toneladas, devido ao aumento de produtividade de grãos que passará a ser de 2,7 toneladas por hectare (CONAB, 2013).

A região do Centro-Sul Paranaense apresenta uma média de 2,6 toneladas por hectare, pouco acima da média nacional e a produção no ano de 2012 foi de aproximadamente 195 mil toneladas com área de plantio de 75 mil hectares (IBGE, 2013).

3.2 Sistema de manejo

O trigo apesar de ser uma cultura de risco, é uma das melhores alternativas para as lavouras de inverno no sul do país, mesmo sendo uma cultura secundária, apresenta aspectos interessantes, principalmente se tratando de manejo, pois é realizada a rotação de cultura com a soja, manutenção de palhada no solo e proporciona uma queda nos custos fixos da propriedade (BRUM; HECK, 2005).

O interesse em maximizar o rendimento de trigo tem estimulado o uso de um manejo intensivo nessa cultura. Além da adoção de práticas como época de semeadura, espaçamento e densidade de semeadura adequada, aumento do nível de fertilidade do solo e controle de doenças, pragas e de acamamento de plantas também são necessários (RODRIGUES e TEIXEIRA, 2000).

O manejo integrado de pragas, doenças e plantas infestantes, proporciona estabilização da produtividade de grãos e redução dos riscos de perdas de renda. O manejo de pragas e doenças é baseado em várias técnicas de cultivo, entre elas estão: a escolha de cultivares mais tolerantes e/ou resistentes, rotação de culturas e o controle químico, sendo a técnica mais utilizada entre os produtores. Para controle de plantas daninhas a manutenção da palhada no solo e o controle químico são mais utilizados (IAPAR, 2013).

Além do controle de plantas daninhas, a palhada proporciona uma camada de proteção para o solo e é importante para o manejo de nutrientes, aumentando o teor de matéria orgânica no solo. Em virtude disso, Oliveira et al., (2013), realizaram a semeadura de milho, em sistema de plantio direto com restos culturais de três diferentes culturas, a *Brachiaria brizantha*, o feijão comum e o milheto. Como resultado, foi constatado que as plantas de milho apresentaram maiores valores para os índices de acúmulo de matéria seca nas folhas, nos colmos e nas espigas, bem como um maior índice de área foliar (IAF) e produtividade de grãos quando semeadas após a cultura do feijoeiro.

Contudo, os fatores ambientais podem interferir diretamente nos índices de qualidade do trigo. As diferenças entre as regiões e variações entre os anos agrícolas são responsáveis pelo teor e qualidade das proteínas presentes nos grãos. Outros fatores que podem ser citados são a distribuição de chuvas, temperatura, intensidade de luz, duração

do período de enchimentos de grãos e até mesmo a fertilidade do solo (MANDARINO, 1993).

Cazetta et al., (2008), estudando doses crescentes de N observaram que com o aumento na adubação nitrogenada, houve aumento linear no teor de proteína dos grãos de todas as cinco cultivares de trigo estudadas.

Outra técnica de manejo é a realização do plantio em datas adequadas para que as condições ambientais sejam as ideais para cada estágio fenológico da cultura. Existe também o efeito relacionado com a cultivar escolhida. Em virtude disso, a Normativa nº 3 de 14 de outubro de 2008, retrata as áreas de cultivo de trigo diferenciadas por regiões homogêneas de adaptação de acordo com as suas condições ambientais e são utilizadas para realizar a indicação de cultivares no Zoneamento Agrícola no Brasil (BRASIL, 2008).

A expressão do potencial produtivo de diferentes cultivares também depende de fatores genéticos e ambientais, bem como da interação entre ambos, o que resulta em expressivas diferenças no desempenho das cultivares, ou seja, mesmo quando cultivadas em condições ambientais similares o desempenho das plantas será diferente (Yan & Holland, 2010).

Algumas cultivares são consideradas com ampla adaptação climática, porém quando cultivadas em regiões diferentes, ainda mostram uma série de variabilidade, principalmente se tratando de produtividade de grãos. Franco et al. (2013) estudaram uma cultivar de ampla adaptação com semeadura em São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais e observaram uma variação de 7%, 9% e 12% de rendimento superior quando comparadas com uma testemunha. Além disso, encontraram diferenças de porte, ciclo e dias da emergência até a maturação.

Ensaio de cultivar em rede mostram que há uma diferença evidente de produtividade de grãos quando a mesma cultivar é semeada em locais distintos, como exemplo, as cultivares Quartzo, Ônix e TBIO Mestre, cultivadas na região de Guarapuava, Ponta Grossa e Cascavel no ano de 2012, apresentaram produtividades de 5.426 kg ha⁻¹, 7.106 kg ha⁻¹ e 4.291 kg ha⁻¹ respectivamente. Pode ocorrer também a mudança de característica agrônômica como peso hectolitro (PH), devido a influências climáticas, como o PH da cultivar Ônix, no mesmo ano, foi de 81 kg hL⁻¹, 79 kg hL⁻¹ e

77 kg hL⁻¹ em Guarapuava, Ponta Grossa e Cascavel respectivamente (FUNDAÇÃO PRÓ- SEMENTES, 2013).

Segundo estudos de Silva et al. (2011), ocorrem variações nas características e no desempenho das cultivares semeadas no mesmo local, sendo este resultado diferente quando as mesmas cultivares são plantadas em outro local. Ainda há uma maior variação decorrente do ano agrícola estudado. Porém, não deixando com menor atenção a data de plantio, que diferencia em decorrência da região produtora.

As Informações Técnicas para Trigo e Triticale – Safra 2013 (IAPAR, 2013) indicam que a melhor época de semeadura para cada município é aquela em que haja maior possibilidade de apresentar o melhor rendimento de acordo com o ciclo da cultivar escolhida. Ressalta ainda que, principalmente na região Sul, faz-se necessário programar o plantio para que as geadas não causem danos à cultura.

Em contrapartida, avanços na genética em associação ao manejo da cultura, sustentam o incremento no potencial produtivo. O desenvolvimento de novas cultivares com maiores níveis de resistência ou tolerância a estresses bióticos e abióticos e melhor arquitetura de planta, ocasiona aumentos nas médias produtivas com o passar dos anos (EMBRAPA, 2013).

Sabendo-se que as condições ambientais e as técnicas de cultivo podem causar alterações na qualidade, as pesquisas realizadas no campo, devem estar conjuntamente ligadas aos resultados das análises químicas e tecnológicas que determinam a qualidade dos lotes das diferentes cultivares recomendadas para regiões distintas (MANDARINO, 1993).

3.3 Condições edafoclimáticas

O conhecimento sobre a ecofisiologia da cultura bem como os fatores ecológicos interferem no desenvolvimento da cultura. Condições climáticas como temperatura, umidade e fotoperíodo, assim como as influências abióticas e o uso de biorreguladores e de reguladores vegetais são fundamentais para que os produtores possam saber detalhadamente quais tratos culturais devem ser feitos em determinado estágio fenológico da planta (SOUZA e SILVA, 2013).

Segundo Fioreze (2011), as respostas da planta a alterações do ambiente, sejam por um estímulo do crescimento ou por uma condição de estresse, podem ser verificadas por meio de alterações nos componentes de produção, que podem ou não resultar em alterações na produtividade final ou na qualidade, em função da sua capacidade de compensação dos principais componentes ligados à produção.

3.3.1 Temperatura

A temperatura ideal para o desenvolvimento ótimo da cultura está entre 18-24° C, portanto, períodos curtos de exposição a temperaturas acima dessa faixa, causam o estresse térmico, proporcionando perdas quantitativas e qualitativas na produção. Além disso, o excesso de calor causa redução na área foliar, na estrutura e porcentagem de fecundação das flores, assim como a diminuição do peso médio dos grãos. A fotossíntese é o processo fisiológico mais sensível ao calor, sendo afetada a produção de clorofila devido à sensibilidade da membrana do tilacóide, ocorrendo à redução na síntese e deposição de amido nos grãos (RIBEIRO et al., 2012).

Como exemplo podemos citar Cazetta et al., (2008) que estudaram dois anos agrícolas, 2004 e 2005 e constataram uma queda de PH em quatro cultivares de trigo e uma de triticales. Esta queda foi atribuída ao aumento de temperatura ocorrida no segundo ano de estudo, interferindo na produção e distribuição de fotoassimilados, provocando granação deficiente.

3.3.2 Pluviosidade

Para se obter um trigo com qualidade é necessário que ocorra o acúmulo de proteínas nos grãos. Este fato sofre forte influência das condições hídricas e nutricionais as quais as plantas serão submetidas (RODRIGUES; TEIXEIRA, 2010).

A disponibilidade hídrica, independentemente se é o excesso ou deficiência, embora de forma diferente, causam alterações significativas nos componentes do grão e conseqüentemente na sua qualidade. Plantas que passam por períodos de seca, diminuem a atividade fotossintética durante este período, ocasionando reflexos na formação dos grãos (JIANG et al., 2009).

Ressaltando que a água apresenta importância para a constituição e metabolismo das plantas, sendo responsável ainda pela transpiração, que por sua vez, ocasiona resfriamento das folhas além de proporcionar a aquisição e transporte dos nutrientes do solo para os diferentes tecidos vegetais. Portanto, se for afetada a absorção de nutrientes, pode haver a deficiência de N e diminuir a síntese de proteínas, a condutividade hidráulica e absorção de água, conseqüentemente ocasionando a produção de ácido abscísico (ABA) (PIMENTEL, 2004).

Ao sofrer estresse hídrico as plantas aumentam a produção de ácido abscísico em até 50 vezes nas folhas, diminui área foliar, devido à menor pressão de turgor das células, fechamento estomático, induz a senescência e a produção de etileno (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Há ainda fatores inerentes a cada órgão vegetal, pois a deficiência hídrica ocasiona respostas diferentes, como: em sementes, provoca redução da germinação; no período vegetativo, ocorre, além de outros efeitos, a redução de área foliar; durante a floração provoca abscisão de flores, com conseqüente redução do número de vagens ou de grãos por planta e, no enchimento de grãos, reduz o número de grãos e peso de vagens ou dos grãos (GUIMARÃES, 1998). Plantas como o milho, apresentam baixa expressão genética ao perfilhamento, ainda que algumas cultivares possuam perfilhamento, quando submetidas ao estresse hídrico, ocorre diminuição dos perfilhos (MAGALHÃES et al., 2010).

Devido a estes fatos, Muller (2013), ressalta a importância dos estudos com biorreguladores, pois apresentam grande influência na fisiologia da planta, auxiliando seu desenvolvimento e diminuindo o estresse, proporcionando incremento no rendimento da cultura. A aplicação dos biorreguladores ocorre de maneira exógena, sendo via tratamento de semente, aplicação foliar ou até via solo no sulco de plantio.

3.4 Papel dos hormônios vegetais nas plantas

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são regulados tanto por fatores endógenos que são ativos não somente em nível celular e molecular, mas também em função da coordenação do organismo como um todo, realizada por meio dos hormônios

vegetais. Como fatores externos, são consideradas as condições ambientais e a influencia humana (LARCHER, 2006).

Os hormônios vegetais são mensageiros químicos responsáveis pela formação e crescimento de diferentes órgãos vegetais. Embora diferentemente dos hormônios animais, sendo menos específicos, possuem a mesma função de: comunicação intercelular (TAIZ; ZEIGER, 2013), podendo atuar no órgão em que foi sintetizado ou serem transportados pelos vasos condutores das plantas (xilema e floema) e atuar em outros tecidos. Possuem ainda, capacidade de gerar mudanças metabólicas nas células em pequenas concentrações (MAGALHÃES; VIEIRA, 2008).

Até pouco tempo atrás, acreditava-se que o desenvolvimento vegetal era regulado apenas por cinco tipos de hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico). Entretanto, atualmente há fortes evidências indicando a existência de hormônios vegetais esteróides, os brassinoesteróides, que possuem uma ampla gama de efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal e suas funções não estão totalmente definidas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

As concentrações dos hormônios no vegetal devem estar em quantidade suficiente para serem reconhecidos pelos seus receptores específicos, localizados na membrana plasmática das células, para a ativação dos seus mensageiros secundários e posteriormente ocorrer à indução de enzimas específicas que irão ocasionar a inibição ou alteração metabólica ou efeito fisiológico desejado no vegetal (SALISBURY; ROSS, 2013).

É importante o conhecimento do local de síntese, transporte, mecanismos de ação e efeitos fisiológicos dos hormônios, pois estas substâncias afetam processos de germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação. A manipulação e aplicação dessas substâncias ou seus similares sintéticos podem afetar os componentes de produção de uma cultura (CATO, 2006).

3.4.1 Auxina

Entre os hormônios conhecidos, o grupo das auxinas foi o primeiro a ser descoberto sendo intituladas como hormônio do crescimento. Sua principal função está ligada aos processos de crescimento e o alongamento celular. Possuem capacidade de promover o alongamento de coleótilos, de segmentos de caule, e em presença de citocininas promovem divisão celular em culturas de calos, formação de raízes adventícias em folhas ou caules recortados (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As auxinas são sintetizadas em locais de crescimento ativo, como em folhas jovens, gemas axilares e principalmente no meristema apical, posteriormente sendo transportadas de célula a célula até chegar ao floema. O ácido 3-indol acético (AIA) é a principal auxina endógena encontrada nas plantas, podendo ser sintetizado a partir do triptofano ou através do fosfatoindol glicerol (TAIZ; ZEIGER, 2013). O conteúdo de auxina na planta tem relação direta com a taxa de crescimento de folhas jovens, sendo centro ativo de síntese, sua concentração diminui com a idade das folhas. As raízes são extremamente sensíveis a auxina, quando aplicadas em pequenas quantidades ocorre um aumento na resposta, contudo o aumento na concentração pode ocasionar efeito inibitório (FERRI, 1985).

Os estudos com a aplicação de auxinas sintéticas isoladas são escassos em culturas anuais e estão em maior quantidade relacionadas com as culturas perenes. Diante deste fato, Mindêllo Neto (2005) realizou aplicação de auxina em estacas de pessegueiro e observou um maior enraizamento das estacas que receberam um tratamento com imersão por 5 segundos de solução com ácido indolbutírico na concentração de 2.000 mg L^{-1} , proporcionando uma melhor pega das mudas.

Com o mesmo intuito, Maia e Botelho (2008), aplicaram ácido indolbutírico para avaliar o enraizamento de estacas lenhosas de amoreira preta na cultivar Xavante e obtiveram enraizamento de 56%, em 96% das estacas brotadas usando uma concentração de 1.000 mg L^{-1} , quase se igualando com o tratamento de 2.000 mg L^{-1} que apresentou 60% de enraizamento. Os autores evidenciam que a metade da dose apresenta enraizamento suficiente, justificando usar uma concentração menor de ácido indolbutírico, ocasionando um menor custo na condução de produção de mudas.

3.4.2 Citocinina

As citocininas são responsáveis por estimular o processo de divisão celular ou citocinese e também a diferenciação celular, principalmente na formação de gemas caulinares. Coincidentemente estabelecem os drenos e retardam a senescência foliar, prolongando a coloração verde desses órgãos vegetais (KERBAUY, 2008).

Há uma interação de sinergismo entre citocininas e auxinas no estímulo da divisão celular de células maduras, porém há um antagonismo no controle de iniciação de ramos e raízes em cultura de tecidos (KERBAUY, 2008).

Ocorre também uma interação com o ácido abscísico no controle de resistência à seca, controlando a permeabilidade da membrana dos estômatos, em que a falta de água tende a diminuir os níveis de citocinina nas folhas murchas, aumentando o nível de ácido abscísico nas folhas, ocasionando o fechamento dos estômatos (FERRI, 1985).

Scavroni et al., (2006) observaram um aumento na porcentagem de matéria seca em plantas de hortelã-pimenta tratadas com benzilaminopurina (citocinina) e GA₃ (ácido giberélico), não influenciando no rendimento de óleo, mas sim em sua composição, que obteve maior porcentagem de mentona quando aplicado o benzilaminopurina aos 15 dias após a implantação do experimento.

Outro estudo utilizado a citocinina com a aplicação de 6-benzilaminopurina (BAP) na concentração de 0,20 mg L⁻¹, Aires et al., (2008), obtiveram um número satisfatório de brotos, em torno de três a quatro vezes maior que a testemunha em micropropagação de plantas de mamona na cultivar BRS nordestina.

3.4.3 Giberelina

As giberelinas possuem papel importante na quebra de dormência ou latência de sementes, sendo de fundamental importância na quebra das substâncias de reserva do endosperma das sementes. Responsáveis pelo alongamento do caule, atuando também na transição do estágio juvenil para o adulto da planta, ocasionando conseqüentemente a indução do florescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As sementes são o principal veículo de multiplicação de espécies cultivadas. Contudo, a população de plantas, é um dos componentes de produtividade de grãos, depende da germinação da semente. Práticas de manejo permitem maximizar o

potencial de germinação da semente para a obtenção de uma maior produtividade de grãos (MARCOS FILHO, 2005).

Os principais usos das giberelinas, aplicadas por aspersão ou imersão, incluem o controle do cultivo de frutas, a maltagem da cevada e o aumento da produção de açúcar em cana-de-açúcar. Em algumas plantas cultivadas, a redução na altura é desejável, o que pode ser obtido pelo uso de inibidores da síntese de giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2013). O Trinexapac-ethyl inibe a síntese de GA1, responsável pelo alongamento do caule, interrompendo o alongamento celular ocasionando plantas mais baixas, com entrenós mais curtos, aplicado principalmente na cultura do trigo e cevada com intuito de diminuir o acamamento (PENCKOWSKI, 2010).

Segundo Penckowski et al., (2010), a aplicação de trinexapac-ethyl na dosagem de 100 g ha⁻¹, em dois estádios, sendo entre o primeiro e segundo nó visível e no segundo e terceiro nó visível, reduziu significativamente a altura de plantas de trigo das cultivares Avante e BRS 177, assim reduzindo o acamamento, independentemente da época de aplicação.

3.5 Modo de ação dos biorreguladores

Biorregulador ou regulador vegetal são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos que em pequenas quantidades inibem ou modificam, de alguma forma, processos morfológicos ou fisiológicos do vegetal (CASTRO; VIEIRA, 2001a). Suas formulações são à base de compostos hormonais, com ação fisiológica bem definida e a recomendação de sua aplicação tem um objetivo muito específico: regular ou manipular um determinado processo. Para conseguir o efeito desejado com o uso de biorreguladores, é importante conhecer o processo regulado pelo hormônio ou grupo de hormônios, a dose necessária para manipular o processo, bem como o órgão da planta onde ocorrerá a reação (CASTRO 2010). Por possuírem efeitos similares aos hormônios vegetais, conseqüentemente quando aplicados nas plantas podem ocasionar aumento de qualidade e incremento na produção (SILVA, 2010).

Os biorreguladores podem promover, inibir ou modificar processos fisiológicos e morfológicos do vegetal, agindo em conjunto nos processos de germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade de grãos da planta, proporcionando o

equilíbrio necessário para que todas as atividades referentes às etapas fenológicas ocorram de forma harmônica (DAVIES, 2004).

Os biorreguladores são produtos químicos que podem, em função da sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, diferenciação e o alongamento das células, podendo também, aumentar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (CASTRO; VIEIRA, 2001b).

O uso de biorregulador na agricultura está crescendo e tomando uma grande importância. O efeito dessas substâncias sobre as plantas cultivadas tem sido pesquisado com o intuito de melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade de grãos das culturas (ALLEONI et al. 2000), atuando na proteção das plantas e sendo utilizado no manejo principalmente de culturas com alto valor comercial (CASTRO, 2010).

Os estudos estão abrangendo diversas culturas com o foco voltado principalmente para os cultivos anuais como: milho (MULLER, 2013; VASCONCELOS et al., 2009), soja (ALBRECHT et al., 2011; BERTOLIN et al., 2010; KLAHOLD et al., 2006; CASTRO e VIEIRA, 2001b), algodão (ALBRECHT et al., 2009; MARTUS, 2008; DOURADO NETO, 2007), feijão (BERNARDES et al., 2010; ALLEONI et al., 2000;), trigo (FIOREZE, 2011; NOVAKOWISKI et al., 2011; NAVARINI, 2010) entre outras culturas (SILVA, 2010; GARCIA, 2006). Há também a diversificação nas formas de aplicação dos produtos como: aplicação via solo (VASCONCELOS et al., 2009), tratamento de sementes (BERTOLIN et al., 2010; ALLEONI et al., 2000) e aplicação na parte aérea da planta (BERTOLIN et al., 2010; SILVA et al., 2010; CATO, 2006).

Há muito tempo, já se tinha preocupação com o momento correto de aplicação dos biorreguladores, pois podem variar em função de diversos fatores, principalmente por ocorrer condições climáticas diferentes de um ano para outro, os quais promovem mudanças no estágio de desenvolvimento de toda planta. Diante disso, as respostas esperadas em função da aplicação dos biorreguladores podem mostrar-se bastante variáveis, especialmente quando as recomendações são transferidas de um local para outro, onde as dificuldades tornam-se mais marcantes. As condições culturais como tipo de solo, controle de pragas, aspectos nutricionais e as relações água-planta-atmosfera,

interagem e também influenciam nos resultados obtidos com os biorreguladores (MONSELISE, 1979).

Diante dos fatos, nota-se a necessidade da realização de estudos mais aprofundados para se obter resultados que sirvam de base para a recomendação dos biorreguladores. Existem alguns estudos que servem de ponto inicial para mais pesquisas.

3.6 Estudos com biorreguladores na agricultura

Cato (2006) estudou a aplicação de ácido indolbutírico + cinetina ($5 \text{ mg L}^{-1} + 9 \text{ mg L}^{-1}$), ácido indolbutírico + cinetina + ácido giberélico ($5 \text{ mg L}^{-1} + 9 \text{ mg L}^{-1} + 5 \text{ mg L}^{-1}$) ácido giberélico + cinetina ($5 \text{ mg L}^{-1} + 9 \text{ mg L}^{-1}$) em tomateiro cultivar Micro-Tom, evidenciando que a combinação de ácido indolbutírico + cinetina e ácido indolbutírico + cinetina + ácido giberélico aumentaram o tamanho dos frutos em relação ao tratamento ácido giberélico + cinetina. Na mesma cultivar, aplicando o Stimulate[®], foi observado um aumento na matéria fresca, matéria seca e acúmulo de carboidratos dos frutos, conseqüentemente aumentando o tamanho dos frutos, além disso, também houve um maior acúmulo de matéria seca nas raízes das plantas.

Vasconcelos et al. (2009) estudaram o efeito de biorregulador contendo nutrientes aplicados ao solo, 21 e 49 dias após a semeadura de milho e soja e constataram uma ligeira melhora na atividade antioxidante das plantas, mesmo não ocasionando aumento na produtividade de grãos.

O biorregulador Stimulate[®] aplicado em tratamento de semente não afetou a porcentagem de germinação de sementes de soja, mesmo aplicando em doses crescentes e mostrou comportamento diferente quando diferentes cultivares são comparadas (MOTERLE et al., 2011).

Alleoni et al. (2000) aplicaram o biorregulador Stimulate[®] em feijão, na cultivar Carioca, em tratamento de semente e aplicação foliar durante o ciclo da cultura, não encontrando diferença estatística para o 'stand' inicial, mas observaram um maior peso seco de planta no estágio de 3º trifólio quando aplicado o biorregulador nas sementes, comprovando um maior crescimento e aumento no número de folhas.

Silva et al. (2010) avaliaram a eficiência agrônômica do Stimulate[®] em trigo e constataram um aumento na produtividade de grãos de 3.724 kg ha⁻¹ do tratamento sem a aplicação do biorregulador para 4.599 kg ha⁻¹ para a aplicação em tratamento de semente e aplicação foliar na fase de florescimento na dose de 4 ml kg⁻¹ + 0,250 L ha⁻¹ respectivamente e para 4.620 kg ha⁻¹ no tratamento com aplicação do biorregulador no tratamento de semente, aplicação foliar nas fases de perfilhamento e florescimento também na dosagem 4 ml kg⁻¹ + 0,250 L ha⁻¹ respectivamente.

Aplicando o biorregulador Stimulate[®] em tratamento de semente e avaliando o peso hectolitro de sementes de trigo, Cato (2006) constata um aumento no rendimento médio dos grãos e Navarini (2010) não observou diferença estatística em comparação com a testemunha.

Em soja, Bertolin et al., (2010) aplicaram Stimulate[®] em tratamento de sementes e via foliar em diferentes estádios de desenvolvimento havendo um aumento em produtividade de grãos devido ao aumento no número de vagens, contudo, as melhores resposta observadas foram em aplicações realizadas no estágio reprodutivo.

Navarini (2010) constatou que os biorreguladores Stimulate[®] e Blooster[®] não afetam a qualidade dos grãos de trigo, pois não foi observado aumento no potencial de germinação das sementes colhidas de plantas que receberam aplicação de biorregulador. Em plantas de algodão, Martus (2008), também não encontrou aumento na germinação de sementes retiradas de plantas tratadas com biorregulador Stimulate[®].

Em plantas de amendoim com aplicação de biorregulador Stimulate[®] em tratamento de sementes houve incremento em porcentagem de plântulas normais, comprimento de hipocótilo e da raiz primária de plântulas, com dosagem de 4,99; 4,36 e 4,14 ml kg⁻¹ de semente, respectivamente. Ocasinou também um acréscimo na porcentagem de matéria seca da parte aérea, número de vagens e grãos por plantas na cultivar IAC- Tatu ST (CATO, 2006).

Os estudos envolvendo o uso de biorreguladores isolados são escassos principalmente em culturas anuais, porém há evidências de que a aplicação desses compostos proporciona benefícios às plantas.

Neste sentido, Radmann et al., (2002) realizaram a aplicação de auxina em mudas de macieira cultivar M – 9 e constataram que houve aumento no número de raízes e conseqüentemente aumento na porcentagem de sobrevivência das plantas.

Ono, et al., (2000) estudaram a aplicação de giberelina (GA₃) isolada ou em associação com auxina e brassinosteróides em plantas de Ipê amarelo (*Tabebuia alba*) e observaram que ocorreu crescimento no pecíolo das folhas devido ao estímulo da divisão celular no parênquima cortical, tanto na aplicação isolada quanto na associação.

3.7 Resposta da cultivar ao uso de biorreguladores

Aplicar biorregulador com as mesmas condições ambientais e em diferentes cultivares pode apresentar resultados distintos.

Moterle et al., (2011) estudaram o comportamento de nove cultivares de soja tratadas com biorregulador via tratamento de semente e constataram que houve comportamento diferenciado pra algumas cultivares nas avaliações de velocidade de germinação e teste de vigor com avaliação de porcentagem de plântulas anormais.

Bertolin et al., (2010) realizaram a aplicação de biorregulador em tratamento de semente e aplicação foliar em estágio vegetativo (V5) e reprodutivo (R1 e R5) em duas cultivares de soja, uma convencional e uma geneticamente modificada. Obtiveram aumento na produtividade de grãos, sendo os melhores resultados para as aplicações no estágio reprodutivo. As cultivares não obtiveram resultados seguindo a mesma tendência por se tratar de plantas com genética diferente.

Em plantas de feijão, Abrantes, et al., (2011) realizaram aplicação via foliar de biorregulador nas cultivares Carioca precoce e na IAC Apuã, em duas épocas de aplicação (V4 e R5), sendo as dosagens crescentes (0 L ha⁻¹; 0,5 L ha⁻¹; 1,0 L ha⁻¹; 1,5 L ha⁻¹; e 2,0 L ha⁻¹) e os resultados observados foram de que as interações entre as doses x cultivares constataram aumentos lineares nas características de número de vagens por plantas somente na cultivar IAC Apuã e ainda o estágio R5 foi o que apresentou, na mesma cultivar, diferenças significativas.

3.8 Histórico e Mercado de Farinha de trigo

Ocorre a não regularidade na produção de trigo e isso se deve, em partes, à intervenção do governo que consolidou no Decreto- Lei n° 210, de 1967, oficializando o monopólio estatal do setor moageiro nacional, ocorrendo uma total desvinculação do

mercado brasileiro de trigo em relação ao preço internacional. Desta forma, o preço do produto nacional estava acima do mercado, levando as moageiras a adquirir produto importado e ocasionando um profundo impacto no setor (BRUM; MULLER, 2008).

Posteriormente, em 1973, o governo introduziu os subsídios ao consumo de farinhas, para evitar que altas internacionais no preço do trigo proporcionassem influências na inflação. Este comportamento permaneceu no mercado brasileiro aproximadamente por 15 anos, trazendo sérias consequências, principalmente para a qualidade do produto final (massas, biscoitos e pães) (CAFÉ et al., 2003).

Em 1991, ocorre à liberação dos preços dos produtos pelo governo, a compra do trigo passa da compra estatal para a iniciativa privada. O mercado começou a nortear as decisões do setor tritícola, tendo como consequência à redução da produção e à reestruturação da indústria moageira. Posteriormente há uma negociação diretas entre os moinhos e produtores como convêm a um mercado desregulamentado (MANDARINO, 1993; CAFÉ et al., 2003; BRUM; MULLER, 2008).

O trigo além de possuir um papel importante no aspecto econômico, é essencial na alimentação humana, pois a sua farinha é largamente utilizada na indústria alimentícia (FERREIRA, 2003).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias e Pão & Bolo Industrializados (ABIMA, 2013), a produção de farinha de trigo em 2011/12 foi de 4,2 milhões de toneladas e o consumo de 7,6 milhões de toneladas, sendo o consumo per capita de aproximadamente 50 Kg/ano.

Ao passar pelo processo de moagem, os grãos de trigo são transformados em farinha e farelo, na proporção de 75% e 25% respectivamente. Há ainda uma grande variedade de tipos de farinha com finalidades diversas como a farinha refinada, farinha integral, farelo, fibra, gérmen e flocos. Todos esses produtos são destinados a produção industrial ou artesanal de pães, biscoitos, massas e uso doméstico. O destino dessas farinhas é de aproximadamente 55% para panificação, 13% para biscoitos, 17% para macarrão, 11% para uso doméstico e 4% para outros segmentos (ABITRIGO, 2013).

Com o passar dos anos e avanço da pesquisa, atualmente no Brasil é possível ter lavouras de trigo com qualidade no seu produto final: a farinha. As cultivares plantadas apresentam características para produção de produtos com maior qualidade como

farinha para panificação e melhoradoras, sendo que no passado a maioria eram produtoras de farinha tipo biscoito (MIRANDA; MORI, 2012).

3.9 A importância da qualidade de farinha

Segundo a Instrução Normativa nº 7, de 15 de agosto de 2001, ocorre a classificação do trigo como Trigo Brando, Trigo Pão, Trigo Melhorador, Trigo para Outros Usos e Trigo Durum com características mínimas de força de glúten (W) de 50, 180, 300, qualquer valor e sem valor atribuído (10^{-4} J) respectivamente e número de queda mínimo de 200, 200, 250, menor que 200 e 250 (segundos) respectivamente (BRASIL, 2001). Contudo as normas estão cada vez mais criteriosas e a Normativa nº 38 de 30 de Novembro de 2010, abrange o teste de estabilidade com resultado em minutos e classifica o trigo destinado a moagem como trigo melhorador, trigo pão, trigo doméstico e trigo básico com características de força de glúten de 300, 220, 160 e 100 (10^{-4} J) respectivamente, estabilidade de 14, 10, 6 e 3 (minutos) respectivamente e número de queda de 250, 220, 220 e 200 respectivamente (BRASIL, 2010).

Em relação à farinha de trigo, a Instrução Normativa nº 8, de 02 de Junho de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), classifica as farinhas em Tipo I, Tipo II e Integral com teor máximo de cinzas de 0,8%, 1,4% e 2,5% e teor de proteína de no mínimo 7,5%, 8,0% e 8,0%, respectivamente e teor de umidade de até 15% para todas (BRASIL, 2005).

A qualidade tecnológica da farinha de trigo é o fator determinante para a obtenção de seus produtos finais como pães, massas, biscoitos e bolos. Cada produto necessita de características específicas para a sua fabricação. Contudo, a característica da farinha, é diretamente relacionada com os vários componentes dos grãos de trigo, como proteínas, amido, pentosanas e lipídios (MIRANDA e MORI, 2012).

Segundo Miranda e Mori (2012), o trigo no período de 1973 a 1989 no Brasil era comercializado baseado somente nas características de peso hectolitro (PH). A partir da década de 90, outros parâmetros de qualidade começaram a ser levados em consideração. Contudo o mercado brasileiro possuía farinhas mais adequadas para a fabricação de biscoitos e bolos. Após anos de pesquisa o mercado nacional passou a possuir, em sua grande maioria, cultivares de trigo produtoras de farinha de qualidade para panificação e até mesmo as ditas melhoradoras, com qualidade superior.

Após o PH passar a ser um parâmetro secundário para avaliação da qualidade do trigo, sabe-se que a qualidade não está relacionada somente com um determinado fator a ser analisado. São realizadas análises físico-químicas, enzimáticas e análises tecnológicas (reológicas) da farinha para determinar sua classificação (MANDARINO, 1993).

As análises físico-químicas são realizadas para obter os parâmetros de umidade, resíduos minerais ou cinzas, acidez, proteínas, número de queda e quantidade de glúten. Já as características reológicas, ou seja, as características qualitativas da farinha são analisadas através da alveografia, que quantifica dados de tenacidade, extensibilidade e a força de glúten também chamada de força da farinha.

3.9.1 Número de queda (NQ)

Para quantificar a atividade enzimática da enzima alfa-amilase, tanto dos grãos quanto da farinha, é realizado o teste de número de queda ou Hagberg Falling Number. O método prevê o comportamento da massa durante a fermentação no processo de panificação. Para determinar o índice é realizada a mistura de farinha com água e imersa um banho maria para que ocorra liquefação do amido formando um gel. A consistência deste gel é inversamente proporcional à atividade da enzima, pois quanto maior a atividade da enzima, menos consistente é o gel. Em outras palavras, altos valores indicam baixa atividade da enzima, enquanto baixos valores indicam alta atividade da enzima, em virtude dos resultados do teste serem apresentados em segundos (MANDARINO, 1993).

O resultado deste teste na prática, o Falling Number segundo Rae (2011), diz respeito ao grau de germinação dos grãos de trigo, pois em variedades de clima temperado, os grãos só germinam com o aumento no número de horas advindos da chegada da primavera e, cultivares de clima árido, pode germinar até mesmo com o aumento da umidade relativa. Devido a isso a presença de uma pequena quantidade de grãos germinados pode comprometer grande quantidade do lote ou até mesmo o lote todo.

A atividade da enzima alfa-amilase ocorre durante as fases iniciais do processo de panificação, modificando a viscosidade da massa, podendo até “quebrar” a estrutura

da massa, tornando-a pegajosa. Já para a fabricação de bolos e biscoitos, farinhas com atividades amilásica mais elevadas não ocasionam problemas, pois nessas misturas são adicionadas maiores quantidades de açúcar e gorduras e menor quantidade de água (MANDARINO, 1993).

Em experimentos envolvendo adubação nitrogenada alguns pesquisadores como, Cazetta et al., (2008) avaliaram doses crescentes de N levando as avaliações até a qualidade de farinha, em cinco cultivares de trigo e uma de triticale, constatando que o número de queda foi pouco influenciado pelas doses de N. Sendo assim, resultados similares foram observados por Mendes et al., (2011) ao avaliarem diferentes doses de N associadas ao uso de *Azospirillum brasilense*, na cultivar Quartzo, em que as doses e o uso ou não da bactéria fixadora de N não influenciou o número de queda da farinha.

Farinhas de trigo oriundas de grãos importados possuem o número de queda maior quando comparadas com farinhas produzidas com grãos nacionais. Costa et al., (2008) avaliaram seis amostras de trigo nacional e seis importadas, constatando que o NQ das farinhas nacionais são compatíveis com trigo pão e brando ($NQ < 250$ segundos) e as importadas compatíveis com o trigo melhorador ($NQ > 250$ segundos), sendo mais utilizadas para a fabricação de mesclas, com intuito de melhorar a qualidade de farinhas com baixo NQ.

3.9.2 Glúten e Força de Glúten

O glúten é composto pela fração protéica do trigo que é insolúvel e possui propriedade de se aglomerar, formando uma massa, quando manuseado em água corrente, assim o glúten é extraído por lixiviação da massa (MANDARINO, 1993). Quando ocorre a mistura de água na farinha e realizado um processo mecânico para realizar a mistura, conseqüentemente há uma interação da água com as proteínas insolúveis (gliadina e glutenina) da farinha de trigo, fazendo com que seja formada uma rede chamado de glúten. As gliadinas são proteínas de cadeia simples, e extremamente pegajosas, responsáveis pela viscosidade da massa, apresentando resistência à expansão. As gluteninas por sua vez são de cadeia ramificada, sendo responsáveis pela extensibilidade ou elasticidade da massa (NUNES, et al. 2006). O trigo é o único grão

que apresenta o glúten em quantidade expressiva e, por isso é cultivado mundialmente (RAE, 2011).

Para avaliar a qualidade do glúten, é utilizado o aparelho denominado alveógrafo de Chopin, sendo a alveografia um teste reológico, de acordo com o método 54-30A (AACC, 2000). O teste simula o comportamento da massa no momento da fermentação, devido à formação de alvéolos na massa advindos do CO₂ produzidos pelo fermento. O glúten funciona como aprisionador desse CO₂, proporcionando a sustentação da massa, fazendo com que o pão não fique com aspecto de “solado” (RAE, 2011). O teste avalia ainda, as características viscoelásticas da massa pelos parâmetros de: W (força de glúten), P (tenacidade), L (extensibilidade) e P/L (relação tenacidade/extensibilidade).

A força de glúten (W), também conhecida como a força da farinha é a representação do trabalho de deformação da massa, indicando a sua qualidade panificativa. O resultado do teste é expresso em 10⁻⁴ J (MIRANDA et al. 2010).

Em estudos de correlação, Gutkoski et al., (2002) observou correlação positiva de 0,75 entre força de glúten e teor de proteína para a cultivar Rubi, ou seja, quanto mais aumenta a quantidade de proteína no grão, maior será a força de glúten.

Rosário (2013), realizou aplicação de adubação nitrogenada em dose cheia e meia dose concomitantemente com o uso de *Azospirillum brasilense* e encontrou valores superiores de W para os tratamentos que receberam a dose cheia de N, principalmente quando associadas ao uso do *A. brasilense* na cultivar Quartzo, não sendo o mesmo resultado encontrado para a cultivar BRS Tangará.

3.9.3 Tenacidade e extensibilidade

Segundo Módenes et al. (2009), tenacidade (P) é a pressão máxima necessária para expandir a massa, expressa em milímetros, é uma medida da capacidade de absorção de água da farinha. A tenacidade está correlacionada negativamente com a proteína da farinha, volume do pão e glúten úmido. A extensibilidade (L) da massa é a capacidade de extensão da massa, sem que ela se rompa. Um alto grau de extensibilidade está ligado a baixo rendimento de farinha. É usada para prever o volume de pão, juntamente com a proteína. Outro parâmetro é a relação tenacidade/extensibilidade: expressa o equilíbrio da massa, em que P é a tenacidade ou

resistência da massa à deformação e L, a extensibilidade da massa. Para pães, o ideal são farinhas balanceadas (P/L entre 0,50-1,20); para bolos e biscoitos, farinhas extensíveis (P/L <0,49); e, para massas alimentícias, tenaz (P/L >1,21).

Gutkoski et al., (2002) realizaram estudos com duas cultivares de trigo e obtiveram uma correlação significativa positiva entre tenacidade (P) e força de glúten (W) a 0,80 e, para P/L e força de glúten de 0,34, para a cultivar OR 1. Já para a cultivar Rubi, houve correlação negativa de -0,74 para P/L e W e, ainda correlação negativa, de -0,71 para P/L e proteína.

As características de tenacidade (P) e extensibilidade (L) não são alteradas significativamente quando o trigo é armazenado durante um período de até 150 dias. Estas características foram estudadas para 5 cultivares, sendo elas a CD 104, CD 112, CD 200133 e CD 200213 (MÓDENES, et al., 2009).

É notória a escassez de estudos relacionando experimentos a campo e parâmetros de qualidade de farinha. Nesse sentido, observa-se a importância de relacionar diferentes condições experimentais com a análise de farinha, para obter respostas sobre as alterações na qualidade de farinha.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização dos locais dos experimentos

Foram selecionadas duas áreas experimentais com históricos distintos para a condução dos experimentos em nível de campo. A primeira, instalada no Centro Experimental do Campus Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (local 1), em solo classificado como em Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013a) nas coordenadas geográficas 25°23'36" de latitude Sul, 51°27'19" de longitude Oeste e 1.120 metros de altitude e a segunda, na Fazenda Três Capões (Grupo MLCV) (local 2), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013a) nas coordenadas geográficas 25°25'60" de latitude Sul, 51°39'27" de longitude Oeste e 990 metros de altitude, ambas no município de Guarapuava-PR.

Ambas as áreas enquadram-se no clima tipo Cfb, mesotérmico, pela classificação de Köppen, sendo úmido e superúmido, sem estação seca com verões frescos e inverno moderado. A temperatura anual em média é de 17°C, a precipitação média anual em torno de 1.944 mm e a média anual da umidade relativa do ar é em torno de 78% (TOMAZ; VESTENA, 2003).

Os cultivos antecessores das áreas experimentais foram: local 1 (Cedeteg) no período de verão anterior, a soja, e na safra de inverno, a cultura do trigo, sendo no local 2 (Fazenda Três Capões), foi cultivado milho no verão e no inverno anterior, a cultura da aveia preta, ambas em sistema de cultivo de plantio direto.

Os dados das análises químicas de solo, das áreas experimentais estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1 – Análises químicas de solo, camada de 0-20 cm, retirada antes da instalação dos experimentos a campo.

Locais	pH	MO	P ¹	N	cmol dm ⁻³						T	V (%)
	CaCl	g/dm ³	mg/dm ³	g/dm ³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB		
Cedeteg	4,8	42,9	3,0	2,1	0,30	3,3	3,6	0,0	6,0	7,11	13,1	54,2
Três Capões	5,5	45,1	6,3	2,3	0,25	4,6	2,0	0,0	4,7	6,85	11,5	59,5

¹ Extrator Mehlich

Análise realizada no Laboratório Tecsolo

Os dados de precipitação, apresentados em decêndios, do período de 01 de Julho a 30 de Novembro de 2012 (figura 1) por meio dos quais podemos verificar que no Cedeteg, durante a safra de inverno avaliada, houve uma precipitação de 526 mm, enquanto que na Fazenda Três Capões foi de 565 mm.

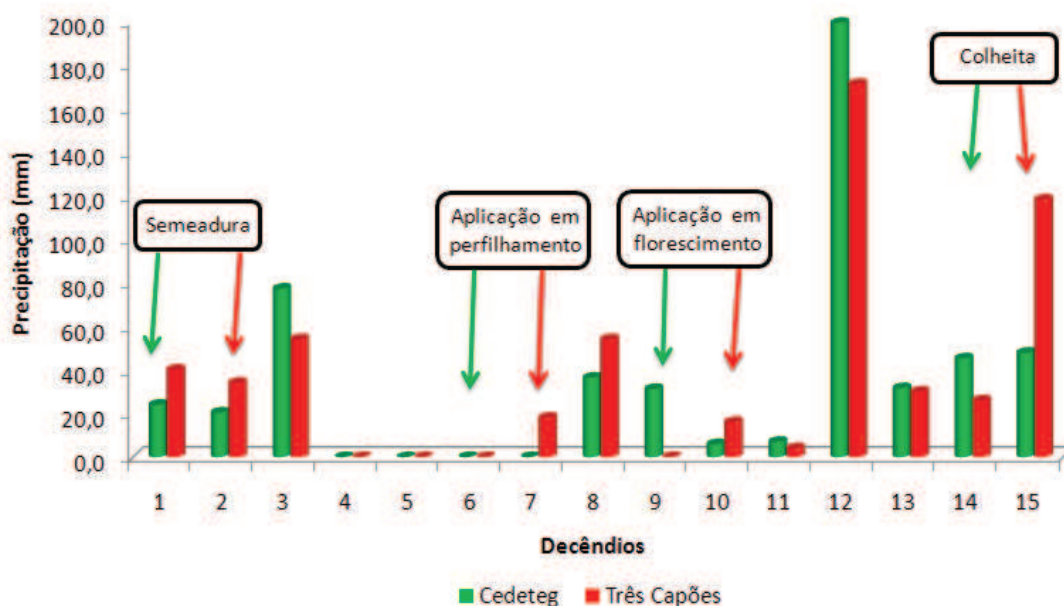


FIGURA 1 – Dados de precipitações pluviométricas (mm), por decêndio, em Guarapuava - PR, no período de 01/07/12 a 30/11/12. (Estação meteorológica da UNICENTRO, *campus* Cedeteg e Fazenda Três Capões).

4.2 Delineamento e detalhes experimentais

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x3, sendo cinco tratamentos (citocinina, auxina, giberelina, associação e testemunha) e três épocas de aplicação de biorreguladores (perfilhamento, florescimento e perfilhamento+florescimento), estes em três repetições, totalizando 45 parcelas a campo para cada cultivar de trigo avaliada em cada local de cultivo. As parcelas foram constituídas por nove linhas (5,0 m comprimento x 0,20 m entre linhas), com uma área total de 9,0 m² e área a ser avaliada, constituída pelas três linhas centrais (3 a 5), sendo considerados 3,0 m² de área útil.

Para uma melhor avaliação dos tratamentos a base de biorreguladores isolados e em associação, bem como comparar as épocas de aplicação, foram instalados quatro

experimentos, sendo dois no Cedeteg e dois na Fazenda Três Capões, em que as cultivares de trigo utilizadas foram a Quartzo, proveniente da empresa OR Melhoramento de Sementes Ltda/Biotrigo Genética Ltda e BRS Pardela, proveniente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), para ambos os cultivares foram utilizadas 150 kg de sementes por hectare. A cultivar Quartzo possui o hábito vegetativo intermediário a semi-ereto, perfilhamento médio, altura média (85 cm), sendo de ciclo médio (espigamento: média 70 dias; maturação: média 128 dias) e moderadamente resistente a geada e classificada como trigo pão. A cultivar BRS Pardela tem ciclo precoce (com média de 67 dias da semeadura ao espigamento e de 122 dias da semeadura à colheita), porte baixo (60 cm) e classificado como trigo melhorador.

Para o preparo das áreas, vinte e um dias antes da instalação dos experimentos foi realizada a dessecação com 3 L ha⁻¹ de Glifosato.

A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto no dia 10 de Julho no campo experimental do Cedeteg e no dia 19 de Julho na Fazenda Três Capões, ambas em 2012, com semeadora de parcelas SEMINA[®], deixando após o desbaste, uma população final de plantas de 350 plantas/m² para ambas as cultivares estudadas.

Na adubação de semeadura foram aplicados 225 kg ha⁻¹ de 08-30-20, totalizando 18 kg de nitrogênio, 67,5 kg de fósforo e 45 kg de potássio, baseados nas recomendações técnicas de trigo e triticale para o estado do Paraná e informações retiradas das análises de solo das áreas.

Para o preparo das diferentes soluções a base de biorreguladores aplicadas, estas foram provenientes de uma solução estoque, a partir da qual foram tituladas, uma solução de trabalho de 1 litro de cada tratamento, a partir da qual, foi utilizada como solução para os tratamentos isolados e em associação, a serem aplicadas na dosagem de 0,250 L ha⁻¹.

Os biorreguladores aplicados foram o ácido indolbutírico (auxina) na concentração de 0,05 g L⁻¹, ácido giberélico (giberelina) na concentração de 0,05 g L⁻¹, cinetina (citocinina) na concentração de 0,09 g L⁻¹, ácido indolbutírico + ácido giberélico + cinetina na concentração de 0,05 g L⁻¹ + 0,05 g L⁻¹ + 0,09 g L⁻¹ respectivamente e adição de óleo mineral a 0,5% em todos os tratamentos (Tabela 2).

TABELA 2 – Concentração de biorregulador na solução aplicada e a função equivalente ao hormônio.

Biorreguladores*	Concentração de biorreguladores	Função equivalente ao hormônio
1. Testemunha	-	----
2. Ácido indolbutírico	0,05 g L ⁻¹	Auxina
3. Ácido giberélico	0,05 g L ⁻¹	Giberelina
4. Cinetina	0,09 g L ⁻¹	Citocinina
5. Ácido indolbutírico + Ácido giberélico + Cinetina	0,05 g L ⁻¹ + 0,05 g L ⁻¹ + 0,09 g L ⁻¹	Auxina+ Giberelina+ Citocinina

* Houve adição de óleo mineral a 0,5% em todos os tratamentos contendo biorregulador.

As épocas de aplicação dos biorreguladores foram realizadas no início do perfilhamento, no florescimento e no início do perfilhamento mais uma aplicação no florescimento. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal de CO₂ em pressão constante e velocidade de aplicação ajustada para proporcionar uma vazão de 150 L ha⁻¹.

As aplicações na fase do perfilhamento (P) foram realizadas no dia 31 de agosto no campo experimental do Cedeteg e no dia 06 de setembro na Fazenda Três Capões. Na fase de florescimento (F), no Cedeteg, dia 28 de setembro e na Fazenda Três Capões no dia 06 de outubro. Ocorreu nas mesmas datas a dupla aplicação realizadas na fase de perfilhamento mais a aplicação no florescimento (P+F).

Todos os outros tratamentos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do trigo na região do centro-sul paranaense (IAPAR, 2013).

Os experimentos foram colhidos manualmente, no dia 16 de Novembro no Local 1 (Cedeteg) e 26 de Novembro no Local 2 (Fazenda Três Capões), sendo as parcelas, encaminhadas para a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) e trilhadas em colhedora de parcelas da marca Wintersteiguer[®], e posteriormente, encaminhadas novamente a Unicentro, para as demais tomadas de dados e avaliações a serem realizadas.

4.3 Características morfológicas avaliadas

As características morfológicas avaliadas foram as seguintes:

4.3.1 Número de perfilhos (NP)

Valor médio obtido por meio da contagem do número de perfilhos, em uma amostra de um metro linear na área útil da parcela.

4.3.2 Número de espigas (NE)

Valor médio obtido por meio da contagem do número de espigas em uma amostra de um metro linear na área útil da parcela.

4.3.3 Número de Grãos por Espiga (GE)

Valor médio obtido por meio da contagem do número de grãos em uma amostra de dez espigas coletadas na área útil da parcela.

4.4 Características agronômicas avaliadas

As características agronômicas avaliadas foram as seguintes:

4.4.1 Peso hectolitro (PH)

O PH foi determinado no tempo zero de maturação do trigo em aparelho da marca Dalle Molle, realizado de acordo com a metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em triplicata e os resultados foram expressos em kg hL^{-1} .

4.4.2 Peso de mil grãos (P1000)

Valor médio obtido por meio da pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela e o resultado expresso em gramas.

4.4.3 Produtividade de grãos (PROD)

Foram colhidas as plantas da área útil da parcela (três fileiras centrais). As espigas foram trilhadas e os grãos foram pesados e posteriormente foi determinado o seu teor de água. Os dados referentes ao peso de grãos foram transformados para kg ha^{-1} e corrigidos para umidade padrão de 13%.

4.5 Características de Farinha de Trigo

Após a avaliação das características agronômicas, as amostras foram acondicionadas em câmara fria por aproximadamente quatro meses. Para a realização das análises de qualidade de farinha, as amostras dos grãos das repetições a campo, foram homogeneizadas e divididas em duas amostras de grãos compostas, para realização das análises laboratoriais em duplicata. Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o laboratório de qualidade de farinha da Moageira e Agrícola Irati, na cidade de Irati – PR e transformadas em farinha utilizando um moinho de rolo experimental Vitti Molinos VG 2000i e imediatamente realizadas as análises laboratoriais.

As características de farinha analisadas foram as seguintes:

4.5.1 Falling Number ou Número de queda (FN)

Quantifica a intensidade de atividade da enzima α -amilase no grão, sendo o resultado expresso em segundos. Os testes foram realizados em equipamento de Falling number (FN 1700) conforme método 56-81B (AACC, 2000) com análises em duplicata, no qual coloca-se aproximadamente 7,0 g de farinha no tubo viscosímetro, com umidade corrigida para 14%, esta quantidade podendo variar poucas casas decimais. Posteriormente adiciona-se no tubo, 25 mL de água destilada (22°C), tampa-se o tubo com rolha de borracha, agitando a solução para homogeneizá-la com aproximadamente 30 movimentos, limpa-se a parede do tubo (com auxílio do agitador viscosímetro), coloca o agitador dentro do tubo e o tubo no compartimento receptor, introduzindo-o no banho-maria com temperatura em torno de 98°C até o tempo do fim da leitura. Após faz-se a leitura dos resultados.

4.5.2 Teor de glúten

Teste realizado com 10 gramas de farinha adicionado 5 ml de solução salina de cloreto de sódio a 2,5% e misturados com auxílio de pilão e almofariz até obter uma massa homogênea. Posteriormente a massa é colocada no lavador de glúten ocorrendo à lavagem da massa com 300 ml de solução de cloreto de sódio a 2,0% durante 5 minutos. Após a lavagem, é retirado o glúten, seco à mão e conferido o seu peso. O resultado é expresso em porcentagem.

4.5.3 Alveografia

Os diferentes caracteres da alveografia podem ser usados para definir as características viscoelásticas da farinha de trigo. Este teste foi realizado de acordo com o método 54-30A (AACC, 2000), com o aparelho Alveógrafo Choppin modelo NG, no qual adicionam-se na masseira, 250 gramas de farinha, inicia-se a mistura, com o auxílio de um braço misturador dentro da masseira, e em aproximadamente 20 segundos é adicionado uma solução salina de cloreto de sódio a 2,5% (conforme umidade da farinha). Após 1 minuto do início da mistura, desliga-se a masseira e com o auxílio de uma espátula de plástico raspa-se as paredes e a tampa da masseira (durante 1 minuto) incorporando toda a farinha e água excedentes na massa. Liga-se novamente a masseira por mais 6 minutos de mistura. Durante o tempo de amassamento, obtém-se uma massa homogênea. Realiza-se a extrusão da massa em uma placa receptora e com auxílio de uma espátula de metal realiza o corte de cinco pedaços que são colocados em uma lâmina efetuando-se a passagem de um rolo por 12 vezes (6 idas e 6 voltas) para homogeneizar a espessura da massa. Posteriormente é cortado cada pedaço da massa em disco e, na placa de descanso, deixa-se repousar por 20 minutos em uma cabine fechada, com temperatura em torno de 25° C. Os discos de massa (28 minutos após o início da mistura) são transferidos para o centro de uma placa fixa, sendo tampado e rosqueando um anel, baixando uma placa móvel (2 voltas em 20 segundos), após 5 segundos retira-se o anel e a tampa circular. Abre o orifício da placa fixa, injeta ar constantemente sob a lâmina de massa através do bulbo de borracha, formando a bolha. Por meio de um Alveolink (registrador automático), registra-se a deformação desta bolha até o seu

rompimento e ocorre a interrupção do fluxo de ar. São obtidas cinco curvas que constituem o alveograma. Os caracteres avaliados estão descritos a seguir:

4.5.3.1 Pressão máxima (P) – tenacidade

Este dado é obtido pela média das ordenadas máximas, medidas em mm e multiplicadas por 1,1. É expressa em fração decimal de mm (valor inteiro aproximado). Relaciona-se com a resistência da massa a deformação.

4.5.3.2 Abscissa média de ruptura (L) – extensibilidade

Este caráter é obtido pela medida em mm sobre linha de pressão zero, da origem da curva ao ponto correspondente verticalmente com a queda de pressão devido à ruptura da bolha. A média das abscissas de ruptura das curvas, expressa em valor inteiro aproximado (sem fração decimal de mm), representa o comprimento L.

4.5.3.3 Índice de configuração da curva (P/L) relação tenacidade/extensibilidade

O índice de configuração da curva ou relação tenacidade/extensibilidade (P/L) expressa o equilíbrio da massa e é obtida através da relação entre pressão máxima e abscissa média de ruptura. O valor é reportado com aproximação de 0,01 unidade.

4.5.3.4 Força de glúten (W)

O trabalho de deformação ou força de glúten caracteriza a força da farinha representada pelo trabalho de deformação de um grama de massa obtida em condições definidas, é expressa em 10^{-4} J e obtida diretamente pelo Alveolink.

4.6 Análises estatísticas

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos ao teste de homogeneidade e estabilidade, sendo posteriormente realizadas as análises de variância individual e conjunta para cada cultivar de trigo avaliada. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o Sisvar (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, cabe ressaltar, que houve diferenças nas condições edafoclimáticas entre os dois locais de cultivo, principalmente em relação à precipitação pluviométrica, que, embora os valores não tenham sido tão diferentes em volume total durante a safra. No local 1 (Cedeteg) houve uma precipitação de 526 mm e no local 2 (Fazenda Três Capões) um volume de 565 mm, porém a distribuição do volume precipitado não ocorreu de forma homogênea fato este que pode ter influenciado os diferentes tratamentos com biorreguladores. No local 1 houve um período de estiagem de aproximadamente 40 dias e no local 2, um período de 30 dias, sendo estes capazes de provocar um estresse hídrico na cultura do trigo. Estes períodos de estiagem coincidiram com a primeira época de aplicação dos biorreguladores, ou seja, a época de perfilhamento da cultura. A estiagem afetou também a adubação nitrogenada de cobertura, que necessita de umidade no solo para que as plantas possam absorver o nitrogênio, o que pode ter provocado internamente um maior desbalanço dos hormônios promotores do crescimento em relação aos inibidores nas cultivares de trigo avaliadas.

Segundo Franceschi et al. (2009), o clima tem profundo impacto na produção do trigo e entender como esses fatores afetam a produção e conseqüentemente a qualidade do trigo, se faz importante para adoção de práticas de manejo adequadas para otimizar a produtividade de grãos e a qualidade tecnológica do produto final.

A ocorrência de um déficit hídrico faz com que haja um desbalanço hormonal, proporcionando uma queda na concentração de alguns hormônios e a produção de ácido abscísico (ABA) para que ocorra o fechamento estomático, este responsável pelo controle do fluxo de entrada e saída de água das células guarda e a seqüência do movimento estomático, conseqüentemente ocasionando a diminuição da atividade fotossintética em pouco tempo. O ABA também tem interação com a produção de etileno, que por sua vez, inibe a fotossíntese nas folhas e inibe o crescimento dos tecidos no sistema radicular (PIMENTEL, 2004). Diante disso, a aplicação dos biorreguladores, de forma exógena, tem a função de diminuir o estresse abiótico, devido a suplementação via foliar destes promotores de crescimento nas plantas.

Outros dois pontos são relevantes na pesquisa realizada, o primeiro seria o histórico das áreas experimentais, ambas em sistema de plantio direto, porém ao

comparar o nível de fertilidade do solo das áreas, o local 1 (Cedeteg) possui um nível de fertilidade inferior ao local 2 (Fazenda Três Capões), o que mostra um outro ponto contrastante entre os locais de cultivo, conforme tabela 1. O segundo seria a cultura antecessora, onde no local 1, foi cultivado com uma leguminosa (soja), diferente do local 2, que foi cultivado no verão com uma gramínea (milho), este fato pode ter contribuído para uma melhor ciclagem de nutrientes no local 1 em relação do local 2.

5.1 Características morfológicas e agronômicas

De acordo com os resultados apresentados na análise de variância (tabela 3), pode-se observar que, para a cultivar Quartzo, houve efeito significativo na característica número de perfilho (NP) e número de espigas (NE) para as fontes de variação do tratamento e local, ambas com $P < 0,01$.

TABELA 3 – Resumo da análise de variância conjunta para características morfológicas e agronômicas como: o número de perfilhos (NP), número de espigas (NE), número de grãos por espigas (NGE), peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) para a cultivar Quartzo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Fonte de Variação	GL	QM					
		NP	NE	NGE	PH	P1000	PROD
REP (LOCAL)	4	142,26	109,67	13,98	2,94	2,73	190619,77
TRAT	4	608,73**	574,59**	4,25 ^{ns}	12,13**	9,89 ^{ns}	371198,88**
ÉPOCA	2	68,43 ^{ns}	83,14 ^{ns}	4,39 ^{ns}	7,77**	18,08 ^{ns}	10988,79 ^{ns}
LOCAL	1	14668,90**	14720,01**	1,60 ^{ns}	503,15**	1377,30**	10157448,25**
TRAT * LOCAL	4	186,15 ^{ns}	158,76 ^{ns}	49,22**	12,13**	8,44 ^{ns}	477311,50**
TRAT * ÉPOCA	8	43,03 ^{ns}	49,14 ^{ns}	10,47 ^{ns}	3,85**	22,36**	148132,98 ^{ns}
ÉPOCA * LOCAL	2	12,03 ^{ns}	6,21 ^{ns}	3,02 ^{ns}	7,77**	5,69 ^{ns}	21527,22 ^{ns}
TRAT * ÉPOCA * LOCAL	8	68,24 ^{ns}	69,54 ^{ns}	2,67 ^{ns}	3,8**	10,93 ^{ns}	86432,02 ^{ns}
Erro	56	104,82	96,71	5,76	1,28	6,48	64321,90
CV (%) ¹		10,90	10,61	7,61	1,66	9,4	10,55
Média Geral		93,96	92,65	31,55	68,36	26,93	2404,01

(¹) Coeficiente de variação. (*) $P < 0,05$. (**) $P < 0,01$. (^{ns}) não significativo pelo teste F.

Contudo, para o número de grãos por espiga (NGE) houve efeito significativo para a interação dupla de tratamento x local, evidenciando que o local e os tratamentos com biorreguladores influenciam nesta característica. Enquanto que, para o peso hectolitro, o efeito significativo ocorreu para todas as fontes de variação estudadas.

Para o peso de mil grãos (P1000) a dupla interação do tratamento x época apresentou efeito significativo com $P < 0,01$. Entretanto para os dados de produtividade

de grãos, houve efeito significativo para a interação dupla tratamento x local, evidenciando que a produtividade de grãos foi influenciada pelos tratamentos avaliados e estes pelos diferentes locais estudados.

Quando comparados os resultados obtidos a partir da análise de variância da cultivar BRS Pardela, para a característica morfológica número de perfilhos (NP) e número de espigas (NE) pode-se observar o efeito significativo para a interação dupla do tratamento x local com $P < 0,01$. Para as características de número de grãos por espiga (NGE) foi observado efeito significativo para todas as fontes de variação estudadas (Tabela 4).

TABELA 4 – Resumo da análise de variância conjunta para características morfológicas e agronômicas como: o número de perfilhos (NP), número de espigas (NE), número de grãos por espigas (NGE), peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD) para a cultivar BRS Pardela no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Fonte de Variação	GL	QM					
		NP	NE	NGE	PH	P1000	PROD
REP (LOCAL)	4	216,42	200,24	9,24	5,07	8,39	193086,09
TRAT	4	307,59**	260,40**	28,38**	3,75*	13,95 ^{ns}	1043074,08**
ÉPOCA	2	184,87 ^{ns}	161,74 ^{ns}	25,43**	1,34 ^{ns}	2,71 ^{ns}	179680,09 ^{ns}
LOCAL	1	1322,50**	1840,5**	453,0**	712,0**	362,0**	259980,0 ^{ns}
TRAT * LOCAL	4	317,64**	320,51**	90,23**	2,02 ^{ns}	31,99*	571681,62**
TRAT * ÉPOCA	8	61,37 ^{ns}	53,27 ^{ns}	20,25**	2,05 ^{ns}	3,29 ^{ns}	179833,54 ^{ns}
ÉPOCA * LOCAL	2	29,63 ^{ns}	44,54 ^{ns}	15,07*	0,93 ^{ns}	0,05 ^{ns}	602871,29**
TRAT * ÉPOCA * LOCAL	8	111,07 ^{ns}	107,10 ^{ns}	29,84**	2,13 ^{ns}	4,31 ^{ns}	246789,71*
Erro	56	73,20	68,31	3,48	1,17	8,63	106823,87
CV (%) ¹		9,71	9,49	6,26	1,56	9,18	11,87
Média Geral		88,12	87,07	29,79	69,35	31,99	2752,42

(¹) Coeficiente de variação. (*) $P < 0,05$. (**) $P < 0,01$. (^{ns}) não significativo pelo teste F.

Ao analisar as características agronômicas, o peso hectolitro (PH) apresentou efeito significativo para o tratamento ($P < 0,05$) e para o local ($P < 0,01$). Contudo para a característica de peso de mil grãos (P1000), a interação dupla obteve efeito significativo. Contudo a produtividade de grãos (PROD) apresentou efeito significativo para a interação tripla tratamento x época x local, este fato, permite inferir que os tratamentos com os diferentes biorreguladores, isolados ou em associação, foram capazes de alterar a característica PROD quando avaliada a cultivar de trigo BRS Pardela.

Neste sentido, é importante evidenciar que as características morfológicas e agronômicas avaliadas foram influenciadas pela aplicação dos diferentes biorreguladores, isolados e em associação, sendo que as respostas aos tratamentos

aplicados de forma exógena variam, de acordo com o local de cultivo e com a cultivar de trigo avaliada.

Segundo Pimentel Gomes (2009) o coeficiente de variação é considerado baixo, para ambas as cultivares avaliadas, ficando aproximadamente $\leq 11\%$ de variação para as características morfológicas e agronômicas avaliadas (Tabela 3 e 4), implicando que o experimento apresentou uma alta precisão.

5.1.1 Características morfológicas

Na tabela 5, apresentam-se as médias obtidas com a aplicação de diferentes biorreguladores, isolados e em associação em dois locais de cultivo em três épocas de aplicação, em que foram comparados os tratamentos juntamente com a testemunha dentro dos locais de cultivo e entre os locais de cultivo, sendo o local 1 o Cedeteg e o local 2 a Fazenda Três Capões.

Quando comparados os dados obtidos para o número de perfilhos (NP), houve diferença significativa entre os locais para cada tratamento utilizado e sua associação com a época de aplicação do biorregulador de forma exógena na cultivar de trigo Quartzo. Para os tratamentos aplicados no perfilhamento, houve diferença entre os dados obtidos para o tratamento isolado com auxina, a associação e a testemunha, em que suas médias foram superiores aos demais tratamentos no local 2. Para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, os tratamentos que apresentaram médias superiores foram a citocinina e auxina isoladas e a testemunha. Houve também, diferença entre os locais de cultivo, em que a auxina isolada e a associação diferenciaram para a aplicação em perfilhamento e o mesmo fato pode ser obtido quando aplicado no período de perfilhamento e florescimento incluindo o tratamento com citocinina isolada. Para os tratamentos obtidos para o período de florescimento o fato para todos os tratamentos (tabela 5). Outro fato importante a ser ressaltado foi a diferença do local de cultivo para o tratamento testemunha, este fato pode ter ocorrido devido a fatores de caráter edafoclimático nas áreas experimentais.

TABELA 5 – Médias das avaliações das características morfológicas, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Número de perfilhos (NP)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	86 aA	100 bA	77 aB	96 aA	85 aB	108 aA	92 b
Auxina	82 aB	115 aA	84 aB	109 aA	83 aB	118 aA	98 a
Giberelina	79 aA	95 bA	75 aB	100 aA	77 aA	93 bA	86 b
Associação	74 aB	113 aA	78 aB	99 aA	79 aB	98 bA	90 b
Testemunha	84 aB	117 aA	84 aB	117 aA	84 aB	117 aA	100 a
Média ²	81 B	108 A	80 B	104 A	82 B	107 A	CV 10,9%
Número de espigas (NE)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	84 aA	98 bA	75 aB	94 aA	83 aB	108 aA	90 b
Auxina	82 aB	112 aA	82 aB	107 aA	81 aB	117 aA	97 a
Giberelina	78 aA	94 bA	74 aB	98 aA	76 aB	93 aA	85 b
Associação	73 aB	112 aA	77 aA	99 aA	77 aB	97 aA	89 b
Testemunha	84 aB	115 aA	84 aB	115 aA	84 aB	115 aA	99 a
Média ²	80 B	106 A	78 B	103 A	80 B	106 A	CV 10,6%
Número de grãos por espiga (NGE)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	32 aA	28 bB	35 aA	28 aB	33 aA	29 aB	31 a
Auxina	29 aA	31 aA	28bA	30 aA	33 aA	32 aA	30 a
Giberelina	35 aA	32 aA	31bA	30 aA	30 aA	29 aA	31 a
Associação	31 aA	32 aA	29bA	31 aA	32 aA	30 aA	31 a
Testemunha	30 aA	34 aA	30 bA	34 aA	30 aA	34 aA	32 a
Média ²	31 A	31 A	30 A	31 A	32 A	31 A	CV 7,6 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O caráter edafoclimático entre os locais de cultivo que se refere, foi a ocorrência de déficit hídrico na safra agrícola estudada, sendo que houve diferença na distribuição da pluviosidade entre os locais de cultivo. A estiagem se alongou por 40 dias no local 1 e aproximadamente 30 dias no local 2 (conforme figura 1), o fato pode ter influenciado tanto na resposta da aplicação do biorregulador isolado e em associação, quanto na realização da adubação nitrogenada, sendo que ambas foram realizadas no início do perfilhamento, coincidindo com o período de estresse hídrico.

O padrão de perfilhamento pode ser afetado pela deficiência de água no desenvolvimento da cultura. Se a deficiência de água ocorre antes da antese, os perfilhos se desenvolvem com um tamanho menor e em menor número por planta. As variações de perfilhamento, além das condições hídricas são influenciadas dependendo do genótipo da planta e a fertilidade do solo (VALÉRIO et al., 2009).

Ao analisar os dados médios obtidos para os diferentes tratamentos com e sem o uso de biorreguladores, isolados e em associação o local 2 diferiu estatisticamente do local 1, decorrente do déficit hídrico, que segundo Jiang et al., (2009), ocasiona queda na taxa fotossintética, conseqüentemente diminuindo a formação de carboidratos e comprometendo o crescimento dessas plantas, não produzindo fotoassimilados para que ocorra o seu desenvolvimento.

Fioreze (2011) ao realizar aplicação de biorregulador vegetal contendo auxina, giberelina e citocinina em diferentes densidades de plantas de trigo, observou que o perfilhamento sofreu influência com relação à densidade de plantas, que é uma forma de manejo da cultura, porém ao avaliar as aplicações com biorregulador, não encontrou diferenças, relatando que efeito foi relacionado à maior densidade de plantas, reduzindo a emissão dos perfilhos, ocorrendo de forma linear ao aumento na densidade de plantio, ou seja, quanto maior a densidade de plantas as plantas tendem a perfilhar menos.

Com esse fato, pode-se constatar que a emissão de perfilhos está relacionada com a densidade de plantas no campo, devido à competitividade entre as plantas e com a capacidade genética de perfilhamento, e não com a aplicação de biorreguladores, contudo o local de cultivo, neste trabalho, teve influência sobre o perfilhamento, pois na média dos locais de cultivo, houve diferença entre os locais para as três épocas de aplicação estudadas.

Corroborando com este resultado, Garcia (2006) estudou a aplicação via foliar em doses crescentes de giberelina isolada e a associação de auxina, giberelina e citocinina em alfafa. Na sua pesquisa, constatou que não houve diferença estatística para o número de brotações por planta, nem mesmo em relação à testemunha. O resultado foi atribuído às concentrações internas de hormônios, pois alguns tratamentos continham citocinina, que é responsável pela indução da divisão celular, bem como a giberelina, responsável pelo crescimento da planta.

Em contrapartida Cato (2006) observou aumento no número de perfilhos, em plantas de trigo, quando utilizou os biorreguladores em associação (auxina, citocinina e giberelina), contudo a aplicação foi realizada no tratamento de sementes e quanto maior a dose aplicada, maior a resposta da planta.

Para os dados de número de espigas (NE) (tabela 5) observou-se que na média da época de aplicação houve diferença entre o local 1 e o local 2, evidenciando a

diferença entre os locais de cultivo, sendo que nas três épocas de aplicação o local 2 obteve NE superior ao local 1. Outro fato importante é que a testemunha apresentou diferença entre os locais de cultivo, possuindo um resultado superior no local 2.

As diferenças entre os locais de cultivo foram obtidas na época de aplicação em perfilhamento para o tratamento em associação, que apresentou melhor resultado no local 2 em relação ao local 1, já para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, todos os tratamentos apresentaram diferença e obtiveram melhor resultado no local 2 (tabela 5). É evidente que o local de cultivo influenciou a característica de NE.

Além disso, houve diferença entre os tratamentos na aplicação realizada em perfilhamento, em que os tratamentos com a citocinina e a giberelina isoladas obtiveram médias inferiores aos demais tratamentos no local 2 e a giberelina juntamente com a associação também apresentaram médias inferiores para a aplicação em perfilhamento + florescimento. Portanto, na média geral dos tratamentos, independentemente da época de aplicação e do local de cultivo, os tratamentos com auxina isolada e a testemunha, obtiveram médias superiores aos demais tratamentos.

Com relação aos dados observados para a característica de número de grãos por espigas (NGE), foi possível constatar diferenças entre os tratamentos aplicados, assim como para os diferentes locais de cultivo. Evidenciando que para a aplicação em perfilhamento, o tratamento isolado com citocinina foi o que apresentou diferença, tanto entre os tratamentos, quanto para o local de cultivo. O tratamento com citocinina foi superior no local 1 em relação ao local 2 e quando comparado com os demais tratamentos no local 2, apresentou a menor média.

A citocinina em aplicação isolada, porém na época de aplicação em florescimento, apresentou o maior NGE comparado aos demais tratamentos com biorreguladores, incluindo a testemunha no local 1. Comparando os locais, a citocinina apresentou médias superiores no local 1.

Sendo contrário aos resultados encontrados neste trabalho, Cato (2006), avaliando doses crescentes de biorregulador contendo auxina, citocinina e giberelina, não encontrou diferença significativa no número de espiguetas em plantas de trigo, sendo que o resultado não foi influenciado mesmo avaliando doses crescentes dos biorreguladores. Bernardes et al., (2010) realizaram um estudo utilizando uma

leguminosa e não encontraram aumento no número de grãos por vagem no feijoeiro quando aplicado biorregulador via foliar.

Avaliando o número de perfilhos (NP) e o número de espigas (NE) da cultivar BRS Pardela (tabela 6), nota-se que não houve a mesma tendência que os dados obtidos na cultivar Quartzo, constatando que as cultivares respondem de forma diferente à aplicação dos biorreguladores.

TABELA 6 – Médias das avaliações das características morfológicas, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Número de perfilhos (NP)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	90 aA	100 aA	83 aA	95 aA	91 aA	101 aA	93 a
Auxina	89 aB	105 aA	74 aB	91 aA	87 aA	97 aA	90 a
Giberelina	89 aA	84 bA	78 aB	95 aA	85 aA	92 aA	87 b
Associação	79 aA	92 aA	84 aA	83 aA	72 aB	99 aA	85 b
Testemunha	86 aA	80 bA	86 aA	80 aA	86 aA	80 bA	83 b
Média ²	87 A	95 A	81 B	89 A	84 B	94 A	CV 9,7 %
Número de espigas (NE)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	88 aA	98 aA	82 aA	95 aA	87 aA	101 aA	92 a
Auxina	87 aB	102 aA	72 aB	90 aA	85 aA	97 aA	89 a
Giberelina	87 aA	84 bA	77 aB	95 aA	84 aA	92 aA	86 b
Associação	77 aB	92 aA	82 aA	83 aA	70 bB	99 aA	84 b
Testemunha	85 aA	80 bA	85 aA	80 aA	85 aA	80 bA	82 b
Média ²	85 B	91 A	79 B	89 A	82 B	94 A	CV 9,4 %
Número de grãos por espiga (NGE)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	29 bA	23 bB	34 bA	28 aB	36 aA	26 bB	29 b
Auxina	34 aA	28 aB	32 bA	31 aA	35 aA	26 bB	31 a
Giberelina	29 bA	23 bB	32 bA	24 bB	31 bA	30 aA	28 c
Associação	30 bA	31 aA	39 aA	25 bB	33 bA	22 cB	30 b
Testemunha	26 bB	30 aA	26 cB	30 aA	26 cB	30 bA	28 c
Média ²	30 A	27 B	33 A	28 B	32 A	27 B	CV 6,2 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando comparados os diferentes biorreguladores aplicados no perfilhamento, há diferenças significativas para os tratamentos aplicados via foliar, sendo que os biorreguladores isolado, citocinina e auxina e o tratamento em associação diferiram significativamente quando comparado com os tratamentos giberelina e testemunha para

os dados obtidos no local 2 e ainda o tratamento com auxina isolada diferiu entre os locais.

Para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, no local 2, a testemunha apresentou média inferior, diferindo dos demais tratamentos e o tratamento em associação diferiu em relação aos locais de cultivo.

Na média geral dos tratamentos, os tratamentos com auxina, citocinina e associação obtiveram médias superiores de perfilhos devido ao fato do perfilhamento ser estimulado dependendo da concentração de auxina e citocinina presentes na planta, principalmente nos meristemas, pois segundo Valério et al., (2009), o controle do desenvolvimento dos perfilhos em gramíneas ocorre devido à sincronização entre a divisão e o alongamento celular, processos estes, controlados pelas citocininas e auxinas respectivamente, sendo estas responsáveis pela inibição ou promoção das gemas laterais.

Porém, vale ressaltar que, quando comparados os valores médios considerando os dois locais de cultivo, foi possível observar diferença significativa para os biorreguladores utilizados na forma isolada e em associação, em que, os tratamentos isolados com citocinina e auxina apresentaram médias maiores de NP em relação aos demais tratamentos, incluindo a testemunha, evidenciando a influência dos biorreguladores nessa característica para esta cultivar avaliada a BRS Pardela.

Avaliando os valores médios obtidos com os diferentes tratamentos com biorreguladores, para a época de aplicação em perfilhamento não houve influência do local de cultivo. Contudo, não houve a mesma tendência para os dados na época de aplicação em florescimento e perfilhamento + florescimento, onde os dados obtidos no local 2 de cultivo foram superiores ao local 1.

Há evidências de que a variação no número de perfilhos e de espigas está mais relacionada com fatores genéticos da cultivar estudada, ou mesmo relacionada a manejos da cultura como a variação na população de plantas e adubação nitrogenada do que com aplicação foliar de biorreguladores. Sendo que, em outros estudos realizados na mesma região, com biorreguladores em associação e aplicados em tratamento de sementes e em diferentes estádios fenológicos, via foliar, não foram encontradas diferenças significativas no número de perfilhos e para o número de espigas (SILVA et al., 2010).

Destro et al. (2001), ao avaliarem diferentes populações de plantas observaram que, plantas de trigo em baixas populações produzem mais perfilhos do que em condições de alta densidade de semeadura, apresentando, ao final do ciclo, números similares aos perfilhos de espigas por metro quadrado.

Avaliando os dados de número de grãos por espigas (NGE) (tabela 6), houve diferença entre os tratamentos para a época de aplicação em perfilhamento, em que os tratamentos que obtiveram médias superiores foram os tratamentos com auxina e a associação, juntamente com a testemunha, no local 2 e no local 1 somente a auxina foi estatisticamente superior. Houve ainda diferença entre os locais de cultivo para os tratamentos isolados com citocinina, auxina, giberelina e a testemunha.

Para a época de aplicação em florescimento pode-se observar que para os tratamentos a aplicação da associação no local 1 foi diferente dos demais tratamentos incluindo a testemunha. No local 2, os tratamentos com citocinina, auxina e a testemunha foram superiores. Ainda comparando os tratamentos com os locais de cultivo, foi possível observar que somente a auxina não apresentou diferença entre os locais.

Os resultados obtidos para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento mostram que a testemunha foi inferior aos tratamentos com biorreguladores, tanto em uso isolado quanto em associação. Tanto para o local 1 quanto para o local 2, a giberelina foi estatisticamente superior. Todos os tratamentos com biorreguladores apresentaram diferença em relação ao local de cultivo, evidenciando que para esta característica a aplicação de biorregulador influenciou positivamente.

Ao observar que os tratamentos com biorreguladores não variaram muito para algumas características, nota-se que esses resultados corroboram com os de Leite et al., (2003), que analisaram a aplicação de citocinina e giberelina em plantas de soja e constataram que os biorreguladores não afetaram nenhum componente de caráter morfológico, como: número de folhas, número de ramificações e matéria seca de raízes, quando aplicados exogenamente no estágio vegetativo.

Alleoni et al., (2000), também não encontraram diferença no número de grãos por vagem em plantas de feijoeiro que receberam aplicação de biorregulador, as aplicações foram realizadas tanto em tratamento de semente, quanto via foliar. As

aplicações foliares foram únicas e parceladas em até três, porém não diferiram da testemunha nem quando aplicadas em diferentes estádios.

5.1.2 Características agronômicas

Na tabela 7, estão às médias das características agronômicas obtidas para a cultivar Quartzo, com a aplicação de diferentes biorreguladores em três épocas de aplicação e em dois locais de cultivo, sendo o local 1 o Cedeteg e o local 2 a Fazenda Três Capões.

TABELA 7 – Médias das avaliações das características agronômicas, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Peso Hectolitro (PH)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	73,2 aA	66,0 aB	70,9 bA	66,0 aB	71,7 aA	66,0 aB	68,9 a
Auxina	71,4 bA	66,0 aB	73,5 aA	66,0 aB	67,2 bA	66,0 aA	68,3 a
Giberelina	68,4 cA	66,0 aB	67,5 cA	66,0 aA	68,1 bA	66,0 aB	67,0 b
Associação	73,5 aA	66,0 aB	72,7 aA	66,0 aB	69,9 aA	66,0 aB	69,0 a
Testemunha	70,8 bA	66,0 aB	70,8 bA	66,0 aB	70,8 aA	66,0 aB	68,4 a
Média ²	71,4 A	66,0 B	71,1 A	66,0 B	69,5 A	66,0 B	CV 1,6 %
Peso de mil grãos (P1000)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	31,6 aA	24,4 aB	33,6 aA	23,9 bB	30,8 aA	21,6 aB	27,7 a
Auxina	31,1 aA	21,1 aB	32,3 aA	28,3 aB	30,2 aA	16,3 bB	26,6 a
Giberelina	28,2 aA	21,9 aB	30,2 aA	22,5 bB	32,3 aA	22,7 aB	26,3 a
Associação	31,9 aA	25,6 aB	31,9 aA	21,4 bB	30,5 aA	24,7 aB	27,7 a
Testemunha	29,1 aA	23,3 aB	29,1 aA	23,3 bA	29,1 aB	23,3 aA	26,2 a
Média ²	30,4 A	23,2 B	31,5 A	23,9 B	30,6 A	21,7 B	CV 9,4 %
Produtividade de grãos (PROD)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	2.575bA	1.918aB	2.486aA	1.702bB	2.652aA	1.783bB	2.201b
Auxina	2.991aA	1.993aB	2.578aA	1.702bB	3.064aA	1.525bB	2.309b
Giberelina	2.929aA	1.832aB	2.870aA	2.207aB	2.697aA	2.219aB	2.459a
Associação	2.477bA	2.037aB	3.010aA	2.482aB	2.721aA	2.355aA	2.514a
Testemunha	2.681bA	2.390aA	2.681aA	2.390aA	2.681aA	2.390aA	2.535a
Média ²	2.731 A	2.034 B	2.725 A	2.114 B	2.763 A	2.054 B	CV 10,5 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Por meio dos dados obtidos de PH foi possível observar que para a aplicação em perfilhamento, os tratamentos com a citocinina isolada e a associação apresentaram estatisticamente valores superiores em relação aos demais tratamentos no local 1. Houve também diferença entre os locais, para todos os tratamentos, em que o local 1 obteve as maiores médias de PH.

Para a aplicação em florescimento, os tratamentos com auxina isolada e a associação apresentaram as maiores médias no local 1 e todos os tratamentos apresentaram diferenças estatísticas entre os locais de cultivo. Analisando os dados obtidos com a aplicação em perfilhamento + florescimento, houve diferença entre os tratamentos no local 1 e os tratamentos que proporcionaram maior PH foram os com a citocinina, associação e a testemunha. Em relação ao local de cultivo, somente a auxina não apresentou diferença.

Em relação aos tratamentos com biorreguladores, Novakowiski e Sandini (2011) realizando a aplicação de biorregulador contendo auxina, citocinina e giberelina associados, não encontraram diferença estatística para o PH em diferentes épocas de aplicações dos biorreguladores na cultivar Quartzo, sendo as aplicações somente em perfilhamento e perfilhamento e uma segunda aplicação no florescimento, o mesmo ocorreu para a segunda cultivar avaliada que foi a Guamirim.

Contudo, no presente estudo o tratamento com a giberelina isolada influenciou negativamente nos tratamentos para o local 1 para as três épocas de aplicação estudadas, em que as médias de PH foram inferiores. Este fato pode ter ocorrido devido ao aumento na concentração de giberelina nos grãos. Pois segundo Salisbury e Ross (2013) a giberelina nos grãos participa da ativação de enzimas amilolíticas como a alfa-amilase, responsável pela degradação das reservas energética contidas no endosperma para que ocorra a germinação da semente.

Observando a diferença entre os locais na maioria dos tratamentos, em que o local 2 apresentou valores de PH mais baixos, fato este decorrente de períodos chuvosos próximos a colheita (figura 1), em que a precipitação foi de aproximadamente 120 mm no período da colheita.

As médias de PH do local 1 também não foram satisfatórias, atingindo médias de 67 a 73 kg hL⁻¹ e segundo a classificação do Regulamento Técnico do Trigo (BRASIL, 2010), existem três tipos de grãos de trigo de acordo com os dados de PH:

tipo I com PH mínimo de 78,0 kg hL⁻¹, tipo II com PH mínimo de 75,0 kg hL⁻¹ e tipo III com PH mínimo de 72,0 kg hL⁻¹.

A precipitação em pré-colheita causa o enrugamento dos grãos e conseqüentemente queda acentuada de PH. Segundo Franceschi et al., (2009), após a maturação fisiológica, ainda na planta mãe, ao absorverem água, os grãos de trigo aumentam sua taxa respiratória, ocorrendo à ativação da enzima alfa-amilase e conseqüentemente há o consumo dos carboidratos acumulados nos grão ocasionando queda da densidade dos grãos e posteriormente, após a secagem, no PH.

Avaliando os dados de peso de mil grãos (P1000) (tabela 7), foi observado novamente diferença, entre os locais de cultivo para as três épocas de aplicação avaliadas, sendo que todos os tratamentos obtiveram diferença estatística. Entre os tratamentos, na época de aplicação no florescimento, a auxina isolada obteve a maior média no local 2.

Esses resultados são contrários ao encontrado por Muller (2013), pois o P1000 dos tratamentos que receberam aplicação de biorregulador foram inferiores ao da testemunha e ao comparar as épocas de aplicação também não encontrou diferença significativa, sendo este resultado encontrado para a cultura do milho.

Ao observar os dados de produtividade de grãos (PROD) apresentados na tabela 7, nota-se que houve diferença estatística entre os locais de cultivo e os tratamentos com aplicação dos biorreguladores que apresentaram diferença, sendo a citocinina, auxina, giberelina e a associação para a época de aplicação em perfilhamento e no florescimento. A citocinina, auxina e a giberelina apresentaram diferença em relação ao local de cultivo para a aplicação em perfilhamento + florescimento. Quando observado os resultados médios de cada local, houve uma maior produtividade de grãos no local 1, quando comparado ao local 2, evidenciando que o local de cultivo teve influência para a cultivar em estudo.

Comparando os tratamentos, para a época de aplicação em perfilhamento, a auxina e a giberelina apresentaram produtividade de grãos superior no local 1. Diferentemente, em época de aplicação em florescimento e perfilhamento + florescimento a giberelina, associação e a testemunha obtiveram as maiores médias no local 2.

Essas diferenças podem ser devido ao fato de que haviam diferentes culturas antecessoras nos locais, sendo milho no local 2 e soja no local 1. Fato esse já observado por Rosário (2013), que relata o melhor desempenho da cultivar Quartzo em cultura antecessora de soja em relação ao milho, sendo a soja inoculada com bactérias fixadoras de N podendo ocorrer maior disponibilidade do elemento no solo e também por apresentar uma baixa relação C/N na palhada de soja, o que ocasiona rápida degradação e disponibilização desses nutrientes para as plantas.

Na cultura do algodão, Dourado Neto et al., (2007) também não encontraram incrementos na produtividade de grãos com aplicação de biorregulador. Porém Bertolin et al., (2010) encontraram aumento de 37% da produtividade de grãos em relação à testemunha para a cultura da soja, sendo que a aplicação via tratamento de semente ocasionou um incremento maior quando comparado com a aplicação via foliar.

Analisando os dados médios do peso hectolitro (PH) (tabela 8), foi constatado que houve diferença significativa entre os locais de cultivo para as três épocas de aplicação avaliadas, em que todos os tratamentos foram influenciados pelo local de cultivo. Os tratamentos também apresentaram diferença quando aplicados em perfilhamento e perfilhamento + florescimento.

O tratamento com aplicação de giberelina isolada e a testemunha obtiveram diferença entre os tratamentos para a aplicação realizada em estágio de perfilhamento, sendo estes resultados inferiores aos demais tratamentos no local 1. O tratamento com aplicação de auxina, giberelina isolada e a testemunha, obtiveram diferenças quando aplicados em perfilhamento + florescimento com as médias inferiores, ou seja, a citocinina e a associação obtiveram as maiores médias para esta característica.

TABELA 8 – Médias das avaliações das características agrônômicas, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Peso Hectolitro (PH)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	72,3 aA	66,9 aB	72,3 aA	67,8 aB	73,5 aA	66,0 aB	69,8 a
Auxina	73,5 aA	66,9 aB	72,9 aA	67,5 aB	70,8 bA	66,0 aB	69,5 a
Giberelina	70,6 bA	66,0 aB	72,9 aA	66,0 aB	71,7 bA	66,0 aB	68,8 b
Associação	72,6 aA	67,5 aB	72,3 aA	66,0 aB	73,5 aA	66,0 aB	69,9 a
Testemunha	71,1 aA	66,6 aB	71,1 aA	66,6 aB	71,1 bA	66,6 aB	68,8 b
Média ²	72,0 A	66,7 B	72,3 A	66,7 B	72,1 A	66,1 B	CV 1,5 %

Peso de mil grãos (P1000)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	32,8 aA	29,5 aA	32,9 aA	29,3 aA	34,7 aA	30,6 aA	31,7 a
Auxina	33,7 aA	30,9 aA	33,7 aA	29,0 aA	36,9 aA	29,1 aB	32,2 a
Giberelina	33,8 aA	26,8 aB	36,3 aA	28,5 aB	33,1 aA	28,6 aA	31,2 a
Associação	34,9 aA	28,0 aB	33,3 aA	28,4 aA	33,8 aA	29,3 aA	31,3 a
Testemunha	33,1 aA	33,5 aA	33,1 aA	33,5 aA	33,1 aA	33,5 aA	33,3 a
Média ²	33,7 A	29,7 B	33,9 A	29,9 B	34,3 A	30,2 B	CV 9,1 %

Produtividade de grãos (PROD)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	2.837aA	3.149aA	2.549bB	3.233aA	3.029aA	3.072aA	2.978a
Auxina	2.365bB	3.035aA	3.031aA	3.284aA	2.620bA	2.444aA	2.797a
Giberelina	2.226bA	2.757aA	3.230aA	2.262bB	3.015aA	2.371aB	2.644b
Associação	2.831aA	3.041aA	2.882aA	3.041aA	3.388aA	2.780aB	2.948a
Testemunha	2.156bA	2.631aA	2.156bA	2.631bA	2.156bA	2.631aA	2.393c
Média ²	2.483B	2.867A	2.770A	2.890A	2.842A	2.660A	CV 11,8 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na média geral dos locais de cultivo para os dados médios de PH, o local 1 obteve médias superiores ao local 2, este fato pode ser explicado pela ocorrência de grande quantidade de precipitação próximo ao período da colheita, ocorrido no local 2. Pois é importante ressaltar, que níveis elevados de precipitação antes e depois da maturação fisiológica dos grãos afetam as características quantitativas como: peso de mil grãos, peso hectolitro e até o rendimento de farinha (FRANCESCHI et al., 2009).

Outro fator relevante é o manejo nos locais de cultivo, pela diferença nas culturas antecessoras, ressaltando que no local 1 havia a cultura de soja e no local 2 a cultura foi o milho. O histórico de culturas antecessoras é de extrema importância para a fertilidade natural da área, visto que não foi realizada análise de N, porém estudos com culturas antecessoras, como citado anteriormente, mostram que há influência nos componentes de produção.

O PH pode ser influenciado positivamente quando a área permanece durante dois anos sem a cultura do trigo, contudo a sucessão trigo/trigo (inverno) não influenciam de forma negativa os componentes como peso de mil grãos e a qualidade tecnológica de farinha (GUARIENTI et al., 2000).

Oliveira et. al., (2013), realizando estudos com rotação de culturas, constataram que gramíneas cultivadas em sucessão a leguminosas, são beneficiadas em seus componentes de produção em comparação quando são cultivadas gramíneas após gramíneas. Estes benefícios refletem positivamente, principalmente na produtividade de grãos na cultura do trigo (NUNES et al., 2011).

Ao comparar as médias da característica de peso de mil grãos (P1000) (tabela 8), observa-se que na média das épocas de aplicação houve diferença entre os locais, mostrando que também para esta característica o local de cultivo influencia nos resultados das aplicações, em que os tratamentos que obtiveram a variação foram a auxina e a giberelina em aplicação isoladas e a associação.

As variações entre os locais para a época de aplicação em perfilhamento foram ocasionadas pelos tratamentos com giberelina isolada e a associação. Ainda a giberelina obteve variação na época de aplicação em florescimento e para a aplicação em perfilhamento + florescimento, a auxina isolada se diferenciou em relação ao local, contudo entre os tratamentos não houve diferença em relação à testemunha.

Este resultado é semelhante ao estudo de Bernardes et al., (2010), pois não encontraram diferença entre a massa de 100 sementes em relação à testemunha, em plantas de feijão preto (cultivar Valente), que receberam aplicação de biorregulador a base de auxina, citocinina e giberelina.

Porém Fioreze (2011) encontrou efeito significativo para o peso de mil grãos em plantas de trigo que receberam aplicação foliar de biorregulador no início do perfilhamento e apesar desse efeito, não houve interações significativas na produtividade de grãos.

Comparando os dados obtidos para a produtividade de grãos (PROD) apresentados na tabela 8, a cultivar BRS Pardela obteve incremento na produtividade de grãos em relação ao tratamento testemunha, este sendo de diferentes magnitudes dependendo da época de aplicação, do tratamento aplicado e do local estudado.

Para a aplicação em perfilhamento, observou-se que o tratamento com citocinina isolada e a associação foram os tratamentos que obtiveram os maiores incrementos em relação à testemunha no local 1, sendo que este incremento de aproximadamente 31%. No local 2, mesmo não havendo diferença estatística, pode-se notar, que numericamente há uma tendência de incremento na produtividade de grãos da ordem de até 19%. Ao comparar os locais, o tratamento com auxina isolada obteve variação quando utilizada em locais diferentes.

Ao analisar a época de aplicação em florescimento, a citocinina e a giberelina mostraram diferenças em comparação aos locais de cultivo. Porém quando comparados com os demais tratamentos a auxina e a giberelina isoladas, juntamente com a associação obtiveram os maiores incrementos no local 1, chegando a 49% de ganhos em relação à testemunha, sendo que tratamento com giberelina obteve 3.230 kg ha⁻¹. Diferentemente do ocorrido no local 1, os dados obtidos no local 2, para os tratamentos com citocinina e auxina isoladas, juntamente com a associação, se destacaram em produtividade de grãos, obtendo incrementos de até 24% em relação à testemunha sem aplicação de biorreguladores.

Observando os resultados obtidos com a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, foi constatado que o tratamento com giberelina isolada e a associação obtiveram variações de acordo com o local estudado. Ao comparar os tratamentos em cada local, foi possível observar o destaque para os tratamentos com citocinina e giberelina isoladas e a associação para o local 1, sendo observado um incremento na ordem de 57% em relação à testemunha que passou de 2.156 kg ha⁻¹ para 3.388 kg ha⁻¹.

Os ganhos em produtividade de grãos já foram observados por Alleoni et al., (2000) na cultura do feijoeiro, obtendo ganhos de 7,4% nos tratamentos que receberam aplicação via foliar de biorregulador. Klahold et al., (2006) também encontraram incrementos na produtividade de grãos em plantas de soja com aplicação de biorregulador.

A ocorrência de destaque para o tratamento em associação se deve ao efeito de sinergismo entre os biorreguladores, em que Cato (2006), destacou que o uso em associação dos biorreguladores ocasionou uma combinação de efeitos de cada um dos biorreguladores, promovendo um desenvolvimento da planta mais equilibrado, comparando com os efeitos dos biorreguladores isolados ou em duplas.

Contudo Rodrigues (2008) relatou que, para que haja resposta a um determinado hormônio é necessário que ocorra em quantidade suficiente nas células, ser reconhecido pelos receptores específicos e ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários (geralmente minerais como o Ca ou P), diante disso é importante que a planta esteja em equilíbrio nutricional para posteriormente em equilíbrio hormonal.

Vários trabalhos têm mostrado resultados na melhoria da resistência das plantas ao estresse hídrico, quando submetidas à aplicação de produtos a base de biorreguladores, conforme citado por Albrecht et al 2009. Este fato ocorre devido, os níveis das atividades das enzimas antioxidantes superóxido desmutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX) e catalase (CAT) têm sido determinados e, de maneira geral, aumentam com o uso de biorregulador (Zhang e Schmidt, 1999).

A relação entre a atividade antioxidante e a tolerância ao estresse tem sido identificada em culturas, como milho (*Zea mays* L.) (Malan et al., 1990) e tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Perl et al., 1993). Outro parâmetro que tem sido melhorado na planta com a aplicação de biorregulador é a eficiência fotoquímica (Richardson et al., 2004).

Neste sentido, a maior tolerância ao estresse hídrico e o incremento fotossintético indireto, pode ter contribuído para o aumento na produtividade de grãos, como a observada nos resultados da cultivar BRS Pardela.

Nos resultados há evidências de que houve interação da ocorrência de uma estiagem por um tempo relativamente prolongado, principalmente pelo fato das plantas estarem em estágio vegetativo e próximo à época ideal para a realização da adubação de cobertura que, sem dúvidas, é uma prática de manejo consolidada e imprescindível. Ainda que, para o melhor aproveitamento do adubo é necessário que haja umidade no solo, pois a água além de participar do metabolismo da planta, é responsável pela difusão dos minerais para as plantas (PIMENTEL, 2004), assim a aplicação foliar dos biorreguladores pode ter proporcionado um menor reflexo desse estresse nas plantas.

Diante desses fatos expostos, fica evidente que há diferença nas respostas entre as cultivares de trigo avaliada, para os diferentes tratamentos avaliados e as épocas de aplicação utilizadas, visto que, as respostas encontradas não foram as mesmas entre Quartzo e BRS Pardela. Pois segundo Castro et al., (2011) as cultivares se diferem quanto ao seu potencial produtivo, qualidade tecnológica e a reação aos estresses

bióticos e abióticos, devendo-se estudar o seu desempenho em diferentes ambientes para que seja realizado o manejo adequado dentro da realidade do local de cultivo.

Outro fator de destaque refere-se ao local de cultivo e o manejo adotado é a altitude do local e pluviosidade ocorrida, sendo esta última a que pode ter mais influenciado os diferentes tratamentos aplicados em diferentes épocas de avaliação.

Além disso, é necessário conhecer em relação às interações entre níveis de biorreguladores aplicados, seja isolado ou em associação, além do momento de uso exógeno e da reação do genótipo, em determinado ambiente, como enfatizado a demanda destas informações, em pesquisas com outras culturas de interesse, como a soja (Albrecht et al., 2011).

5.2 Parâmetros de qualidade de farinha

De acordo com os dados apresentados na análise de variância da tabela 9, foi possível observar que os dados de número de queda (NQ), glúten úmido, (GU) e a relação tenacidade/extensibilidade (P/L), apresentam interação para a fonte de variação local ($P < 0,01$), evidenciando que o local de cultivo tem efeito sobre essas características. Contudo, para os dados de força de glúten (W), houve efeito significativo para a interação dupla entre tratamento x local, evidenciando que além do local de cultivo, os tratamentos foram capazes de influenciar nesse parâmetro de qualidade da farinha.

TABELA 9 – Resumo da análise de variância conjunta para os parâmetros de qualidade de farinha como: número de queda (NQ), glúten úmido (GU), força de glúten (W), tenacidade (P), extensibilidade (L) e relação tenacidade/extensibilidade (P/L) para a cultivar Quartzo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Fonte de Variação	GL	QM					
		NQ	GU	W	P	L	P/L
TRAT	4	262,60 ^{ns}	1,32 ^{ns}	4419,89**	657,47**	193,69 ^{ns}	0,31 ^{ns}
REP (LOCAL)	2	523,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1128,61 ^{ns}	104,83 ^{ns}	177,08 ^{ns}	0,39 ^{ns}
ÉPOCA	2	1475,71 ^{ns}	6,48 ^{ns}	613,26 ^{ns}	91,01 ^{ns}	66,65 ^{ns}	0,07 ^{ns}
LOCAL	1	4950,41**	24,96**	11016,15**	7526,40**	828,81**	6,74**
TRAT * ÉPOCA	8	1348,82*	2,92 ^{ns}	1253,76 ^{ns}	426,91 ^{ns}	153,56 ^{ns}	0,75 ^{ns}
TRAT * LOCAL	4	338,87 ^{ns}	1,77 ^{ns}	6398,60*	288,94 ^{ns}	260,94*	0,83 ^{ns}
ÉPOCA * LOCAL	2	1217,11 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1176,20 ^{ns}	46,95 ^{ns}	238,31 ^{ns}	0,41 ^{ns}
TRAT * ÉPOCA * LOCAL	8	473,13 ^{ns}	4,78 ^{ns}	1786,28 ^{ns}	303,67 ^{ns}	154,31 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Erro	28	563,94	2,94	1901,43	159,58	83,86	0,33
CV (%) ¹		7,08	5,98	17,36	10,73	16,82	25,05
Média Geral		335,38	29,14	251,18	117,76	54,45	2,30

(¹) Coeficiente de variação. (*) $P < 0,05$. (**) $P < 0,01$. (^{ns}) não significativo pelo teste F.

Para os dados de tenacidade (P), houve efeito significativo com $P < 0,05$ para os tratamentos e para o local. Ao analisar a característica de extensibilidade (L), foi possível observar efeito significativo para a interação dupla entre tratamento x local com probabilidade de 5%. Evidenciando que estas características são inerentes a cultivar Quartzo e que os tratamentos com biorreguladores e o local de cultivo influenciam os parâmetros de qualidade da farinha.

Quando comparados os resultados obtidos para a cultivar BRS Pardela apresentados na tabela 10, observa-se que para as características de número de queda (NQ) e força de glúten (W) houve efeito significativo para a fonte de variação local, evidenciando que o local interfere nesses parâmetro de qualidade da farinha.

TABELA 10 – Resumo da análise de variância conjunta para os parâmetros de qualidade de farinha como: número de queda (NQ), glúten úmido (GU), força de glúten (W), tenacidade (P), extensibilidade (L) e relação tenacidade/extensibilidade (P/L) para a cultivar BRS Pardela no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Fonte de Variação	GL	QM					
		NQ	GU	W	P	L	P/L
TRAT	4	484,47 ^{ns}	1,35 ^{ns}	9342,54 ^{ns}	1083,93 ^{ns}	41,55 ^{ns}	0,27 ^{ns}
REP (LOCAL)	2	464,38 ^{ns}	2,35 ^{ns}	4185,78 ^{ns}	359,63 ^{ns}	144,01 ^{ns}	0,46 ^{ns}
ÉPOCA	3	894,01 ^{ns}	3,30 ^{ns}	10765,16 ^{ns}	531,61 ^{ns}	38,21 ^{ns}	0,23 ^{ns}
LOCAL	1	23285,40**	7,07 ^{ns}	22698,15*	1242,15 ^{ns}	120,41 ^{ns}	0,25 ^{ns}
TRAT * LOCAL	5	939,25 ^{ns}	1,40 ^{ns}	9009,69 ^{ns}	631,02 ^{ns}	65,54 ^{ns}	0,78 ^{ns}
TRAT * ÉPOCA	4	1324,56 ^{ns}	10,64 ^{ns}	7728,06 ^{ns}	1502,06 ^{ns}	144,00 ^{ns}	0,61 ^{ns}
ÉPOCA * LOCAL	3	3268,41 ^{ns}	2,78 ^{ns}	2868,62 ^{ns}	342,96 ^{ns}	6,21 ^{ns}	0,15 ^{ns}
TRAT * ÉPOCA * LOCAL	2	2976,28 ^{ns}	5,60 ^{ns}	9138,28 ^{ns}	1151,42 ^{ns}	107,84 ^{ns}	0,63 ^{ns}
Erro	25	1317,89	6,80	6801,04	470,30	96,23	0,31
CV (%) ¹		11,35	8,24	21,26	14,86	16,21	22,56
Média Geral		319,76	31,65	387,82	145,98	60,51	4,48

(¹) Coeficiente de variação. (*) $P < 0,05$. (**) $P < 0,01$. (^{ns}) não significativo pelo teste F.

O mesmo não foi observado para as características de glúten úmido (GU), tenacidade (P), extensibilidade (L) e a relação tenacidade e extensibilidade (P/L) que não apresentaram efeito significativo para a cultivar BRS Pardela.

Pôde-se observar que, para os dados obtidos para cultivar BRS Pardela, houve uma maior estabilidade nos parâmetros de qualidade de farinha, quando comparado com os gerados com a cultivar Quartzo.

Os dados apresentaram uma boa confiabilidade, apresentando CV abaixo de 25% sendo considerado bom, para ambas as cultivares (tabelas 9 e 10).

Na tabela 11, estão apresentados os dados dos parâmetros de qualidade de farinha comparando os tratamentos com diferentes biorreguladores, em dois locais de cultivo, com três épocas de aplicação em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

TABELA 11 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Tratamentos	Número de Queda (NQ)						Média ¹
	P		F		P+F		
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	335 aA	316 aA	328 aA	321 aA	385 aA	340 aA	337 a
Auxina	336 aA	317 aA	349 aA	317 aA	353 aA	331 aA	334 a
Giberelina	373 aA	319 aA	275 bA	319 aA	339 aA	324 aA	328 a
Associação	389 aA	340 aB	332 aA	340 aA	343 aA	309 aA	340 a
Testemunha	342 aA	329 aA	342 aA	329 aA	342 aA	329 aA	335 a
Média ²	355 A	326 B	325 A	325 A	352 A	326 B	CV 7,0 %
Tratamentos	Glúten Úmido (GU)						Média ¹
	P		F		P+F		
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	28,8 aA	30,1 aA	28,8 aA	32,0 aA	27,7 aA	29,4 aA	29,5 a
Auxina	29,1 aA	28,5 aA	29,7 aA	31,1 aA	25,4 aA	28,4 aA	28,7 a
Giberelina	29,1 aA	29,0 aA	27,0 aB	32,5 aA	28,3 aA	29,1 aA	29,1 a
Associação	29,0 aA	30,9 aA	30,3 aA	27,2 aA	28,6 aA	30,4 aA	29,4 a
Testemunha	28,4 aA	29,4 aA	28,4 aA	29,4 bA	28,4 aA	29,4 aA	28,9 a
Média ²	29,0 A	29,6 A	28,9 A	30,6 A	27,5 B	29,3 A	CV 5,8 %
Tratamentos	Força de Glúten (W)						Média ¹
	P		F		P+F		
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	248 bA	241 aA	256 aA	328 aA	257 aA	244 aA	262 a
Auxina	200 bA	238 aA	236 aA	184 aA	276 aA	191 aA	221 b
Giberelina	289 aA	208 aA	252 aA	251 aA	225 aA	203 aA	238 b
Associação	215 bA	247 aA	238 aA	246 aA	258 aA	253 aA	243 b
Testemunha	339 aA	242 aB	339 aA	242 aB	339 aA	242 aB	290 a
Média ²	258 A	235 A	264 A	250 A	271 A	227 B	CV 17,3 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Observando as médias para a característica de número de queda (NQ), pode-se observar que houve diferença do tratamento em associação quando aplicado em perfilhamento quando comparado os locais de cultivo. Porém o mesmo não foi observado em outras épocas de aplicação com o uso de biorregulador. Ao realizar a comparação entre os tratamentos, foi observado que o tratamento com giberelina

isolada, quando aplicado em época de florescimento no local 1 obteve menor NQ em relação aos demais tratamentos (tabela 11)

Apesar do tratamento com giberelina isolada no local 1, na época de aplicação em florescimento, ter apresentado um menor NQ em relação aos demais tratamentos avaliados, todos os dados de NQ da cultivar Quartzo, nos dois locais, apresentaram segundo Mandarinho (1993), atividade amilásica baixa, indicando que nessas amostras existem muito pouco ou nenhum grão de trigo germinado. Esta característica é decorrente de NQ entre 200 – 400 segundos.

Comparando os dados de glúten úmido (GU) (tabela11), foi observado que o tratamento com giberelina isolada obteve diferença entre os locais de cultivo para a época de aplicação em florescimento. Os demais dados não variaram com a aplicação dos biorreguladores isolados ou em associação, ou seja, esse parâmetro de qualidade não é afetado pela aplicação de biorregulador na cultivar Quartzo.

Contudo o mesmo não foi constatado para dos dados de força de glúten (W), sendo este parâmetro foi influenciado pela aplicação dos diferentes biorreguladores quando aplicado na fase de perfilhamento, obtendo resultados para o tratamento isolado com giberelina, no local 1, porém este não diferiu da testemunha. Destacando ainda, que a testemunha obteve diferenças em relação ao local de cultivo, mostrando uma instabilidade de W quando cultivadas em diferentes locais para a cultivar Quartzo.

Segundo as Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2013 (IAPAR, 2013), a cultivar Quartzo é classificada como trigo pão, porém para atender a esta classificação, a força de glúten deve estar com $W > 220$ (10^{-4} J). Contudo alguns tratamentos não se encaixaram a essa característica como, no local 1, o tratamento com auxina e a associação em perfilhamento obtendo valores de $200 \cdot 10^{-4}$ J e $215 \cdot 10^{-4}$ J respectivamente. No local 2, a giberelina em perfilhamento, a auxina em florescimento, a auxina e giberelina em perfilhamento + florescimento, obtiveram valores $W < 220$, obtendo a classificação de trigo doméstico.

Diante do exposto acima, a cultivar Quartzo mostra uma certa instabilidade nos dados obtidos para o parâmetro força de glúten (W), quando cultivadas em diferentes locais, sendo uma característica negativa, porém a aplicação dos biorreguladores proporcionou uma melhor estabilidade desse parâmetro, sendo considerado, um efeito positivo para o manejo da cultivar.

Nas avaliações das características de tenacidade (P) (tabela 12), houve diferença significativa entre os locais para cada tratamento utilizado. Os tratamentos que apresentaram diferença entre os locais na época de aplicação em perfilhamento foram os tratamentos com citocinina isolada e a associação, diferentemente do ocorrido na aplicação em florescimento, em que a auxina e a giberelina isoladas, apresentaram diferenças entre os locais de cultivo.

TABELA 12 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar Quartzo, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Tenacidade (P)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	117,5 aA	89,0 aB	114,0 aA	114,0 aA	130,0 aA	128,0 aA	115,5 a
Auxina	102,5 aA	93,5 aA	137,0 aA	94,0 aB	134,5 aA	101,0 aB	110,4 a
Giberelina	138,5 aA	123,5 aA	125,0 aA	97,5 aB	106,5 aA	108,0 aA	116,5 a
Associação	139,0 aA	93,5 aB	118,5 aA	115,0 aA	133,5 aA	97,5 aB	116,1 a
Testemunha	146,0 aA	114,0 aB	146,0 aA	114,0 aB	146,0 aA	114,0 aB	130,2 a
Média ²	124,3 A	99,8 B	123,6 A	105,1 B	126,1 A	108,7 B	CV 10,7 %
Extensibilidade (L)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	55,0 aB	76,5 aA	57,5 aA	72,5 aA	50,0 aA	47,0 bA	59,7 a
Auxina	48,5 aB	68,0 aA	42,0 aA	48,5 aB	52,5 aA	46,0 bB	50,9 a
Giberelina	47,5 aA	42,0 bB	46,0 aA	64,0 aA	53,5 aA	47,0 bA	50,0 a
Associação	36,0 aA	75,0 aA	53,5 aA	56,0 aA	48,0 aB	69,5 aA	56,3 a
Testemunha	57,0 aA	53,5 bA	57,0 aA	53,0 aA	57,0 aA	53,5 bA	55,2 a
Média ²	48,8 B	63,0 A	51,2 A	58,9 A	52,2 A	52,6 A	CV 16,8 %
Tenacidade/extensibilidade (P/L)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	2,17 aA	1,17 aA	1,98 aA	1,59 aA	2,60 aA	2,74 aA	2,04 a
Auxina	2,11 aA	1,43 aA	3,30 aA	1,99 aB	2,58 aA	2,20 aA	2,26 a
Giberelina	2,94 aA	3,11 aA	2,74 aA	1,51 aB	2,08 aA	2,46 aA	2,47 a
Associação	3,84 aA	1,25 aB	2,58 aA	2,10 aA	2,92 aA	1,41 aB	2,35 a
Testemunha	2,56 aA	2,18 aA	2,56 aA	2,18 aA	2,56 aA	2,18 aA	2,37 a
Média ²	2,77 A	1,74 B	2,65 A	1,80 B	2,54 A	2,20 A	CV 25,5 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Avaliando a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, os tratamentos que apresentaram variação nos locais foram a auxina e associação. Contudo, vale ressaltar que o tratamento testemunha também obteve diferença significativa entre os locais de cultivo.

Os dados de extensibilidade (L) estão contidos na tabela 12, onde houve variações entre os locais e entre os tratamentos avaliados, sendo que esse parâmetro de qualidade foi o mais sensível em comparação aos demais parâmetros avaliados.

Os tratamentos que obtiveram diferenças estatísticas em relação ao local de cultivo para a época de aplicação em perfilhamento foram a citocinina, auxina e a giberelina isolados, porém no local 2, a giberelina e a testemunha foram estatisticamente inferiores quando comparados os demais tratamentos.

Ao analisar a aplicação em florescimento, somente a auxina isolada obteve diferença em relação ao local, contudo a auxina juntamente com a associação obtiveram efeitos em relação ao local quando a aplicação foi aplicada em perfilhamento + florescimento. Ademais, no local ao comparar os tratamentos entre si, a associação foi superior estatisticamente.

Diante desses fatos, foi evidente que a aplicação dos biorreguladores mostrou seus efeitos de forma mais acentuada para o local 2, em que os tratamentos proporcionaram resultados superiores aos das testemunhas, sendo variável com a época de aplicação.

Os dados da relação tenacidade/extensibilidade (P/L) estão diretamente ligados aos parâmetros tenacidade e extensibilidade avaliados de forma isolada, pois esta relação trata-se do quão estão em equilíbrio esses dois parâmetros.

Ao observar os dados apresentados na tabela 12, para a relação P/L, foi constatado que novamente os tratamentos diferenciaram estatisticamente em relação ao local de cultivo avaliado, sendo os tratamentos influenciados, a auxina giberelina isolados e a associação. A auxina e a giberelina isoladas, apresentaram diferenças entre os locais de cultivo quando aplicadas em florescimento, já a associação, quando aplicado em perfilhamento e perfilhamento + florescimento.

De maneira geral, os dados de tenacidade, extensibilidade e a relação tenacidade/extensibilidade não foram influenciadas pelos tratamentos com os biorreguladores, sendo observada com maior frequência a variação desses parâmetros quando realizada a variação da adubação nitrogenada. Gutkoski et al., (2011), constataram o aumento das características de tenacidade, P/L e também de W com o aumento na dose de adubação nitrogenada.

Avaliando os dados da cultivar BRS Pardela apresentados na tabela 13, a variável número de queda (NQ), apresentou diferença estatística para os tratamentos em relação ao local somente para as aplicações em florescimento e perfilhamento + florescimento para a citocinina, auxina e giberelina isolados e ainda para o local 2 na aplicação em perfilhamento + florescimento, os tratamentos com citocinina, associação e a testemunha foram superiores estatisticamente.

TABELA 13 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Número de Queda (NQ)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	331 aA	303 aA	360 aA	311 aB	361 aA	289 aB	325 a
Auxina	328 aA	312 aA	334 aA	321 aA	375 aA	222 bB	315 a
Giberelina	325 aA	349 aA	365 aA	254 aB	331 aA	244 bB	311 a
Associação	338 aA	312 aA	332 aA	322 aA	325 aA	324 aA	325 a
Testemunha	328 aA	313 aA	328 aA	313 aA	328 aA	313 aA	320 a
Média ²	330 A	319 A	348 A	302 B	348 A	269 B	CV 11,3 %

Glúten Úmido (GU)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	31,1 aA	32,1 aA	31,7 aA	32,0 aA	31,8 aA	31,2 aA	31,6 a
Auxina	29,6 aB	35,4 aA	32,8 aA	32,7 aA	31,5 aA	30,6 aA	32,1 a
Giberelina	33,4 aA	28,5 aA	33,8 aA	30,3 aA	32,4 aA	30,8 aA	31,5 a
Associação	31,0 aA	30,4 aA	33,2 aA	32,4 aA	32,0 aA	29,0 aA	31,2 a
Testemunha	31,8 aA	31,6 aA	31,8 aA	31,6 aA	31,8 aA	31,6 aA	31,7 a
Média ²	31,3 A	31,6 A	32,9 A	31,6 A	31,9 A	30,4 A	CV 8,2 %

Força de Glúten (W)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	305 aA	354 aA	404 aA	357 aA	280 aA	397 aA	349 a
Auxina	458 aA	413 aA	460 aA	444 aA	441 aA	256 aB	412 a
Giberelina	390 aA	266 aA	420 aA	393 aA	440 aA	332 aA	373 a
Associação	529 aA	415 aA	397 aA	468 aA	358 aA	308 aA	417 a
Testemunha	395 aA	369 aA	395 aA	369 aA	395 aA	369 aA	382 a
Média ²	420 A	362 A	420 A	415 A	386 A	323 A	CV 21,2 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Para a cultivar BRS Pardela, todas as médias de NQ obtidas permaneceram na faixa entre 200 – 400 segundos, indicando que esses grãos de trigo possuem atividade amilásica baixa, apresentando pouco ou nenhum grão germinado na amostra (MANDARINO, 1993).

Ao comparar os dados de glúten úmido (GU), somente o tratamento com auxina isolada apresentou diferença entre os locais de cultivo para a aplicação realizada em estágio de perfilhamento. Seguindo a mesma tendência, os dados de força de glúten (W), apresentaram diferença estatística em relação ao local para o tratamento com auxina isolada, contudo para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento (tabela 13).

Diante desses fatos, podemos analisar os dados numericamente, pois segundo as Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2013 (IAPAR, 2013), a cultivar BRS Pardela se encaixa na classificação de trigo melhorador, ou seja, apresenta em média a $W > 300 \cdot 10^{-4}$ J. Contudo no local 2, o tratamento com giberelina em perfilhamento e o tratamento com auxina em perfilhamento + florescimento apresentaram W de $266 \cdot 10^{-4}$ J e $256 \cdot 10^{-4}$ J respectivamente, caindo de classe e sendo consideradas como trigo pão.

Apesar disso, Gutkoski et al., (2002), obtiveram respostas de que a força de glúten está diretamente relacionada com a porcentagem de proteínas presentes nos grãos de trigo e, essas características são mais influenciadas em estudos onde há variação de N, pois o nutriente é responsável em grande parte da constituição das proteínas.

Para as características de tenacidade (P) apresentadas na tabela 14, os tratamentos apresentaram diferenças em relação ao local de cultivo, sendo para a aplicação em perfilhamento os tratamentos com auxina e giberelina os que apresentaram essa diferença, contudo no local 1, o tratamento com citocinina apresentou valor inferior comparando com os demais tratamentos. Ainda o tratamento com auxina isolada, apresentou diferença entre os locais de cultivo para a aplicação em perfilhamento + florescimento.

O mesmo não foi observado para as características de extensibilidade (L), havendo diferença entre os tratamentos no local 1 para a aplicação em perfilhamento + florescimento, sendo os tratamentos com giberelina, associação e a testemunha os resultados superiores.

TABELA 14 – Médias das avaliações dos parâmetros de qualidade de farinha, da cultivar BRS Pardela, associadas com três épocas de aplicação, no perfilhamento (P), florescimento (F) e perfilhamento e florescimento (P+F), de diferentes biorreguladores em dois locais de cultivo no município de Guarapuava, PR na safra agrícola de 2012.

Tenacidade (P)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	104,5 bA	142,5 aA	151,0 aA	136,0 aA	141,0 aA	152,5 aA	137,9 a
Auxina	190,0 aA	148,5 aB	160,0 aA	142,0 aA	171,5 aA	109,0 aB	153,5 a
Giberelina	162,5 aA	116,0 aB	149,5 aA	146,5 aA	133,5 aA	122,5 aA	138,4 a
Associação	185,0 aA	151,0 aA	138,0 aB	180,5 aA	132,0 aA	160,5 aA	157,8 a
Testemunha	139,0 aA	130,5 aA	139,0 aA	130,5 aA	139,0 aA	130,5 aA	134,7 a
Média ²	160,5 A	139,5 B	149,6 A	151,2 A	144,5 A	136,1 A	CV 14,8 %
Extensibilidade (L)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	72,5 aA	53,5 aA	62,0 aA	57,5 aA	43,5 bA	57,5 aA	57,7 a
Auxina	53,0 aA	61,5 aA	65,5 aA	70,0 aA	56,5 bA	52,5 aA	59,8 a
Giberelina	52,5 aA	55,5 aA	63,0 aA	57,0 aA	77,0 aA	62,0 aA	61,1 a
Associação	65,0 aA	60,0 aA	62,5 aA	58,0 aA	68,5 aA	52,5 aA	61,0 a
Testemunha	62,5 aA	63,0 aA	62,5 aA	63,0 aA	62,5 aA	63,0 aA	62,7 a
Média ²	61,1A	58,7A	63,1A	61,1A	61,6A	57,5A	CV 16,2 %
Tenacidade/extensibilidade (P/L)							
Tratamentos	P		F		P+F		Média ¹
	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	Local 1	Local 2	
Citocinina	1,45 bB	2,66 aA	2,21 aA	2,41 aA	3,23 aA	2,75 aA	2,56 a
Auxina	3,60 aA	2,45 aB	2,44 aA	2,04 aA	3,05 aA	2,07 aA	2,60 a
Giberelina	3,06 aA	2,23 aA	2,38 aA	2,54 aA	1,74 bA	1,97 aA	2,32 a
Associação	2,88 aA	2,52 aA	2,21 aA	2,24 aA	2,22 bA	2,52 aA	2,59 a
Testemunha	2,23 aA	2,07 aA	2,23 aA	2,07 aA	2,23 aA	2,07 aA	2,15 a
Média ²	2,74A	2,46A	2,40A	2,56A	2,53A	2,32A	CV 22,5 %

¹Média geral dos tratamentos. ²Média geral das épocas de aplicação. ³local 1=Cedeteg e local 2=Fazenda Três Capões. Letras minúsculas comparam as médias na coluna para cada local e letras maiúsculas comparam as médias na linha para cada época de aplicação entre os locais, sendo estas agrupadas ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Para os dados da relação P/L apresentados na tabela 14, houve diferença entre os locais de cultivo apenas para a aplicação em perfilhamento, em que os tratamentos com citocinina e auxina isoladas foram influenciados pelo local. Houve ainda diferença entre os tratamentos, sendo a citocinina a menor relação P/L no local 1 na época de perfilhamento, sendo justificado pelo resultado inferior da tenacidade.

Os demais tratamentos que apresentaram diferença, obtendo resultados superiores, foram a citocinina, auxina e a testemunha no local 1, para a época de aplicação em perfilhamento + florescimento, sendo justificado por dados de tenacidade baixa com extensibilidade altos.

Os resultados relativamente altos de P/L são condizentes com o trigo classificado como trigo melhorador, utilizado principalmente para a elaboração de

“blend”, para que ocorra a melhoria de farinhas de menor qualidade. Porém, resultados muito elevados de P/L não são desejáveis, pois quanto mais próxima de 1,0 é mais aceitável. Ao observar detalhadamente os dados, foi possível constatar que na aplicação em perfilhamento, no local 1, os tratamentos de auxina e giberelina obtiveram $P/L > 3,0$, sendo que o parâmetro responsável, foi a tenacidade por ter obtido resultados elevados. Já na aplicação perfilhamento + florescimento, a citocinina no local 1, também apresentou relação $P/L > 3,0$ devido a um resultado de extensibilidade baixo e a auxina uma tenacidade elevada.

Este resultado é explicado por Gutkoski et al., (2002) que observaram uma correlação positiva dos dados de P/L de 0,50 com a tenacidade, à medida que uma característica aumenta, a outra aumenta conjuntamente.

O equilíbrio entre elasticidade e tenacidade na massa é essencial para obter um produto de panificação de qualidade aceitável. A massa deve ter tenacidade para manter a forma do produto e extensibilidade para manter o volume do mesmo. Desta forma a farinha, cuja massa apresentar valores de P/L abaixo de 0,80 pode ser considerado de glúten extensível, de 0,80 a 1,20, de glúten balanceado, e valores de P/L acima de 1,20, de glúten tenaz (MÓDENES et al., 2009). Nota-se que os valores médios observados no presente estudo a farinha obtida, nas duas cultivares, possuem uma característica de glúten tenaz, ou seja, o produto confeccionado com essa farinha, ao ir para o forno não teria volume.

Comparando o conjunto de dados obtidos para as duas cultivares em relação aos parâmetros de qualidade de farinha, nota-se que a cultivar BRS Pardela possui uma maior estabilidade de suas características quando comparadas a Quartzo, porém a aplicação dos biorreguladores ocasionou uma maior estabilidade desses parâmetros.

6 CONCLUSÕES

O local de cultivo influenciou na resposta dos tratamentos com biorreguladores e as características morfológicas e agronômicas avaliadas para as duas cultivares de trigo estudadas.

A produtividade de grão foi afetada positivamente com o uso de biorreguladores na cultivar BRS Pardela.

Os parâmetros de qualidade de farinha avaliados não foram influenciados pelo uso de biorreguladores aplicados em diferentes estádios fenológicos quando avaliada as cultivares Quartzzo e BRS Pardela.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMA – Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias e Pão & Bolo Industrializados. **Produção e consumo de farinha de trigo**. Disponível em: <http://www.abima.com.br/estatistica_trigo.php#tabs>. Acesso em: 12 de Outubro de 2013.

ABITRIGO – Associação Brasileira da Indústria do Trigo. **Sobre o trigo: derivados**. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.01.00>>. Acesso em: 22 de Agosto de 2013.

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. U.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, V.; ARRÚDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.

AIRES, P. S. R.; CARVALHO, J. M. F. C.; PIMENTEL, N. W.; SILVA, H. Efeito da citocinina 6-bencilaminopurina na micropropagação in vitro da mamona utilizando o genótipo BRS nordestina. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 8, n. 2, p. 80-85, 2008.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L. SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICCI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 191-198, 2009.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **Approved methods**. 10. ed. Saint Paul, 2000. 1 CD-ROM.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Regulador de crescimento e *Trichoderma harzianum* aplicados em sementes de feijoeiro cultivado em

sucessão a culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 439-446. 2010.

BERTOLIN, D. C.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com aplicação de bioestimulante. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 15 de agosto de 2001. Regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 160-E, p. 33-35, 21 ago. 2001. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 3 jun. 2005. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 14 de outubro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 31, 15 out. 2008. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento Técnico do Trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 de novembro de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRUM, A. L.; HECK, C. R. A economia do trigo no Rio Grande do Sul: breve histórico do cereal na economia do Estado. **Análise**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 29-44, 2005.

BRUM, A. L.; MULLER, P. K. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 01, p. 145-169, 2008.

CAFÉ, S. L.; FONSECA, P. S. M.; AMARAL, G. F.; MOTTA, M. F. S. R.; ROQUE, C. A. L.; ORMOND, J. G. P. Cadeia produtiva do trigo. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 18, p. 193-220, 2003.

CASTRO, P. R. C. **Novos agroquímicos controle hormonal e outros fitoquímicos**. 2010. Disponível em:

<http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalle.php?idEspecial=64&ordem=10>. Acesso em 25 de Abril de 2012.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p. a

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001. B

CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul, 2010. **Documento 103 – EMBRAPA**. Passo Fundo, 2011. Disponível em:

<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/ensaio_estadual_cultivares2010.pdf>. Acesso em 29 de Janeiro de 2014.

CATO, S. C.. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba 2006.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 741-750, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas: Trigo**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> acesso em 13 de Agosto 2013.

COSTA, M.G.; SOUZA, E.L.; STAMFORD, T.L.M.; ANDRADE, S.A.C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1 p. 220-225, 2008.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750p.

DESTRO, D.; MIGLIORANZA, E.; ARIAS, C.A.A.; VENDRAME, J.M.; ALMEIDA, J.C.V. Main Stem and Tiller Contribution to Wheat Cultivars Yield Under Different Irrigation Regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 44 n. 4. p. 325-330, 2001.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; MARTIN, T.N.; BARBOSA, D.K.; MOSCHINKI, A. Fitorreguladores no crescimento do algodão. **Synergismus scientifica UTFPR**, Pato Branco, v. 02. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF. 3ª Ed. 2013. 353 p. a

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Trigo**. Disponível em:
<<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/>>. Acesso em 15 de novembro de 2013. b

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em 03 de outubro de 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. A. Trigo: o alimento mais produzido no mundo. **Nutrição Brasil**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 45-52, 2003.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: 2ª ED. E.P.U. Editora Pedagógica Universitária LTDA. 1985. 400p.

FIGUEIREDO, S. L. **Comportamento produtivo do trigo em função da densidade de semeadura e da aplicação de reguladores vegetais**. 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2011.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V. S.; MARTIN, T. N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.39, n.5, 2009.

FRANCO, F. A.; MARCHIORO, V. S.; DALLA NORA, T.; SCHUSTER, I.; EVANGELISTA, A; LIMA, F. J. A. CD 151: cultivar de trigo de ampla adaptação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 101-103, 2013.

FUNDAÇÃO PRÓ-SEMENTES. **Ensaio de cultivares em rede**. Disponível em:
<<http://www.cultivares.com.br/cultivares/trigo.php>>. Acesso em 28 de novembro de 2013.

GARCIA, R.R. **Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. “CRIOULA”**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Universidade de Marília. Marília, 2006.

GUARIENTI, E.M.; SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B. Influência do manejo do solo e da rotação de culturas na qualidade industrial do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 12, p. 2375-2382, 2000.

GUIMARÃES, C. M. **Efeitos fisiológicos do estresse hídrico**. 1998. 205 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; COLUSSI, R.; SANTETI, T. A. S.; Efeito da adubação nitrogenada nas características tecnológicas de trigo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 116-122, 2011.

GUTKOSKI, L. C.; ROSA FILHO, O.; TROMBETTA, C. Correlação entre o teor de proteínas em grãos de trigo e a qualidade industrial das farinhas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba. v. 20, n. 1, 2002.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Informações Técnicas para o Trigo e Triticale – Safra 2013**. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Londrina – PR. 220p. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisas**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=26>>. Acesso em 07 de Novembro de 2013.

JIANG, D.; YUE, H.; HELLENWEBER, B.; TAMN, W; MU, H.; BO, Y.; DAI, T.; JING, Q.; CAO, W. Effects of post-anthesis grought glutenin subunits and glutenin macropolymers content in wheat grain. **Journal of Agronomy and Crop Science**. Madison, v. 195, p. 89-97, 2009.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2ª Ed. 2008. 452p.

KLAHOLD, C.A.; GUMARÃES, V.F.; ECHER, M.M. KLAHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.537-541. 2003.

MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA, F. J.; WAQUIL, J. M.; SOUZA, T. C.; LINO, L. O. Indução de perfilhamento em milho via estresse hídrico. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, XXVIII, 2010, Goiânia. **Anais...** Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.

MAIA, A. J.; BOTELHO, R. V. Reguladores vegetais no enraizamento de estacas lenhosas da amoreira-preta cv. Xavante. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 323-330. 2008.

MALAN, C.; GREYLING, M. M; GRESSEL, J. Correlation between Cu/Zn superoxide dismutase and glutathione reductase, and environmental and xenobiotic stress tolerance in maize inbreds. **Plant Science**, v. 69, n. 2, p. 157-166, 1990.

MANDARINO, J. M. G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 32 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 60).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTUS, S. S. **Germinação, emergência da plântula, produtividade e qualidade da fibra de *Gossypium hirsutum* L. cv. DP 660 sob ação de bioestimulante**. 2008. 38f. Dissertação (Mestrado Agronomia/fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2008.

MENDES, M. C.; ROSÁRIO, J. G.; FARIA, M. V.; ZOCHE, J. C.; WALTER, A. L. B. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 3, p. 95-110, 2011.

MINDÉLLO NETO, U. R. Enraizamento de estacas de pessegueiro em função do uso de ácido indolbutírico e fertilizante orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 92-94, 2005.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C. **Qualidade tecnológica de trigo no Brasil: passado, presente e futuro**. Disponível em:

<<http://www.cnpt.embrapa.br/transferencia/artigos/Qualidade%20tecnologica%20de%20trigo%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em 05 de Agosto de 2013.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2007**. Documento online 126. Passo Fundo – RS. 2010.

MÓDENES, A. N.; SILVA, A. M.; TRIGUEROS, D. E. G. Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 29, n. 3, p. 508-512, 2009.

MONSELISE, S. P. The use of growth regulators in citriculture: a review. **Science Horticulture**. Canterbury, v.11, p.151-162, 1979.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**. Viçosa, v.58, n.5 p.651-660, 2011.

MULLER, T. M. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. 2013. 98p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava, 2013.

NAVARINI, L. L. **Manejo do solo e utilização de bioestimulantes na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 2010. 96p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo 2010.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E. Biorregulador em trigo: efeito de cultivar e estágio fenológico de aplicação. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, V, 2011, Dourados. **Resumos...** Dourados-MS, 2011.

NUNES, A. G.; FARIA, A. P da S.; STEINMACHER, F. R.; VIEIRA, J. T. C. **Processos enzimáticos e biológicos na panificação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2006. 16p.

NUNES, A. S.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.432-438, 2011.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI J.; PORTES, T. A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 239-246, 2013.

ONO, E. O.; NAKAMURA, T.; MACHADO, S. R.; RODRIGUES, J. D. Application of brassinosteroid to *Tabebuia alba* (Bignoniaceae) plants. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, n. 3, p. 187-194, 2000.

PENCKOWSKI, L. H.; FERNANDES, E. C. **Utilizando regulador de crescimento na**

cultura do trigo. Aspectos importantes para garantir bons resultados. Castro. Fundação ABC. 2010. 68 p.

PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 34, n. 6, p. 1492-1499, 2010.

PERL, A.; PERL-TREVES, R.; GALILI, S.; AVIV, D.; SHALGI, E.; MALKIN, S.; GALUN, E. Enhanced oxidative-stress defense in transgenic potato expressing tomato Cu, Zn superoxide dismutases. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 85, n. 5, p. 568-576, 1993.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. **Seropédica: EDUR**, 2004. 191 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª Ed. Fealq. 2009. 451p.

RAE, R. P. **Triticulor e Mercado**. Abitrigo. Julho de 2011.

RADMANN, E. B.; FACHINELLO, J. C.; PETERS, J. A. Efeito de auxinas e condições de cultivo no enraizamento in vitro de porta-enxertos de macieira 'M-9'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 24, n. 3, p. 624-628, 2002.

RIBEIRO, G.; PIMENTE, A. J. B.; SOUZA, M. A.; ROCHA, J. R. A. S. C.; FONSECA, W. B. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 18 n. 2-4, p. 133-142, 2012.

RICHARDSON, A. D.; AIKENS, M.; BERLYN, G. P.; MARSHALL, P. Drought stress and paper birch (*Betula papyrifera*) seedlings: effects of an organic biostimulant on plant health and stress tolerance, and detection of stress effects with instrument-based, noninvasive methods. **Journal of Arboriculture**. Savoy, v. 30, n. 1, p. 52-61, 2004.

RODRIGUES, J. D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos. IN: ____ **Milho: nutrição e adubação**. Ed. Antonio Luiz Fancelli. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008. P.100-101.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C. **Bases ecofisiológicas para manutenção da qualidade do trigo**. Embrapa Trigo. Passo Fundo – RS, 84p. 2010.

ROSÁRIO, J. G. **Inoculação com Azospirillum brasilense associada à redução da adubação nitrogenada em cultivares de trigo**. 2013. 85p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava. 2013.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. 1ª Ed. Cengage Learning, 2013. 792p.

SCAVRONI, J.; VASCONCELLOS, M. C.; VALMORBIDA, J.; FERRI, A. F.; MARQUES, M. O. M.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Rendimento e composição química do óleo essencial de *Mentha piperita* L. submetida a aplicação de giberelina e citocinina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v. 8, n. 4, p. 40-43, 2006.

SILVA, C. A.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; GABRIEL, A.; RIZZARDI, D. A.; TEGONI, R. G. Uso de biorreguladores em tratamento de sementes e via foliar na cultura do trigo. Encontro Anual de Iniciação Científica, XIX., 2010. Guarapuava. **Anais...** Unicentro, 2010. 4p. b

SILVA, M. A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa e Tecnologia**. v. 7, n. 19, 2010. a

SILVA, R. R.; BENIN, G.; SILVA, G. O.; MARCHIORO, V. S.; ALMEIDA, J. L.; METEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1439-1447, 2011.

SOUZA, E. F. C.; SILVA, M. A. Ecofisiologia tritícola. **Revista Varia Scientia Agrárias**. v. 3, n. 1, p. 171-187. 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

THOMAZ, E. L. VESTENA, L. R. **Aspectos Climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 106p. 2003.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; GONZÁLEZ. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 1207-1218, 2009.

VASCONCELOS, A. C. F.; ZHANG, X.; ERVIN, E. H.; KIEHL, J. C. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. **Scientia Agricola**. Piracicaba, vol. 66, n. 3, p. 395-402, 2009.

YAN, W.; HOLLAND, J. B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, v. 171, p. 355-369, 2010.

ZHANG, X.; SCHMIDT, R. E. Antioxidant response to hormone-containing product in Kentucky bluegrass subjected to drought. **Crop Science**, v. 39, n. 6, p. 545-551, 1999.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar de maneira geral os dados obtidos para as aplicações dos biorreguladores, isolados e a associação, não foi possível constatar estabilidade ou tendência, principalmente se tratando dos biorreguladores aplicados de forma isolada. Este fato pode ser atribuído ao estágio de desenvolvimento da planta e as concentrações de hormônios presentes ou as consideradas ideais para a mesma, sendo assim, mais indicado a realizar da aplicação com a associação dos biorreguladores, para que não ocorra um desbalanço nessas concentrações e possa ser pedido o efeito positivo de seu uso quando aplicado isolado, visto que os mesmos podem ter ação na planta em diferentes estágios.

Para as épocas de aplicação, a realização da aplicação no início do perfilhamento, induz a planta a se desenvolver melhor, ou seja, auxilia no desenvolvimento vegetativo, formando mais estruturas verdes para a realização de fotossíntese, e quando a aplicação ocorrer em pleno florescimento, proporciona um melhor enchimento de grãos e aumentando diretamente a produtividade dos grãos.

No presente estudo houve um déficit hídrico que coincidiu com a aplicação dos biorreguladores no início do perfilhamento sendo que esta aplicação pode ter minimizado os efeitos negativos do ambiente, bem como resultados mais contrastantes. Acredita-se que em um ano agrícola, sem restrição de chuvas, os efeitos das aplicações podem apresentar resultados com maiores incrementos para a produtividade de grãos, visto que a qualidade da aplicação pode ter sido afetada pelo nível de estresse hídrico.

Os resultados das análises laboratoriais de farinha de trigo foram importantes para elucidar, o efeito da aplicação dos biorreguladores, isolados e em associação, os quais propiciaram aumento na produtividade de grãos e não proporcionam alterações negativas na qualidade da farinha obtida. A vivência dentro do laboratório de análise de qualidade de farinha, também foi importante para que as análises fossem realizadas de forma adequada para que não houvesse alteração nos resultados obtidos.

Analisando a produtividade de grãos com a aplicação dos biorreguladores esta proporcionaram cerca de 20% de aumento, sendo dependente da cultivar e época de aplicação. No trabalho foi utilizado a dosagem de 250 ml por hectare, sendo que o custo do litro dos produtos registrados no mercado, pode chegar a custar em torno de R\$

100,00, o custo médio de cada aplicação de biorregulador seria cerca de R\$ 25,00/ha. Levando em conta o preço mínimo do trigo pago ao produtor no ano de 2012 que em época de colheita foi de aproximadamente R\$ 501,00/t para trigo pão e R\$ 525,00/t para o trigo melhorador (CONAB, 2012), os ganhos alcançados podem alcançar até R\$ 500,00/ha, mesmo sendo realizadas duas aplicações na cultura.

Diante desses fatos, fica evidente que a aplicação foliar de biorreguladores é uma prática de manejo viável para ser realizada na cultura do trigo, pois além de aumentar a produtividade de grãos, foi possível manter a qualidade de farinha produzida, garantindo o preço a ser pago para o produtor com as cultivares de trigo avaliadas.

Ressalto ainda que, é importante a manutenção da linha de pesquisa de biorreguladores, visando uma melhor elucidação dos tratamentos em outras safras agrícola e com outras cultivares de trigo, bem como, em outras regiões agrícolas.