



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DIEGO GAZOLA

**APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS E ADUBAÇÃO
NITROGENADA DE COBERTURA NAS CULTURAS DO
MILHO E DO TRIGO**

Londrina
2013

DIEGO GAZOLA

**APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS E ADUBAÇÃO
NITROGENADA DE COBERTURA NAS CULTURAS DO
MILHO E DO TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G291A Gazola, Diego.

Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura nas culturas do milho e do trigo / Diego Gazola. – Londrina, 2013.

103 f.: il.

Orientador: Claudemir Zucareli

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.

Inclui bibliografia.

1. Milho – Teses – Adubação - 2. Trigo – Teses - Adubação - 3. Nitrogênio na agricultura- 4. Adubação foliar – 5. Aminoácidos na nutrição de plantas – 6. Resíduos industriais - I. Zucareli, Claudemir. II. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 631.81

DIEGO GAZOLA

**APLICAÇÃO DE AMINOÁCIDO FOLIAR E ADUBAÇÃO
NITROGENADA DE COBERTURA NAS CULTURAS DO MILHO E DO
TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Inês Cristina Batista Fonseca
UEL – Londrina - PR

Dr. Marco Antônio Sedrez Rangel
Embrapa Mandioca e Fruticultura – Londrina - PR

Orientador. Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL – Londrina - PR

Londrina, 28 de fevereiro de 2013.

Dedico este trabalho à

minha mãe Ineli, que apesar das dificuldades encontradas, sempre lutou para me proporcionar o melhor;

minha irmã Gislaine, pelo apoio e conselhos valiosos;

meus avós Ângelo e Adelaide (*in memorium*) pela confiança depositada e aprendizado passado.

Somente com o amor de vocês é que foi possível ultrapassar as barreiras e enfrentar as dificuldades.

AGRADECIMENTO(S)

A minha mãe, pelas noites perdidas de sono, torcendo pela minha vitória, me apoiando nos momentos difíceis.

A minha Irma Gislaine, que nunca mediu esforços para me ajudar em todos os momentos.

A minha avó Adelaide, pela confiança, pelo carinho, pelos almoços de domingo, pelos risos, pelas orações, pelo orgulho que tinha de mim, enfim, pelo apoio imensurável. Parte da senhora vive comigo, sem você eu não seria o que sou.

Ao meu avô Ângelo, pelo carinho e luta para proporcionar condições para que fosse possível realizar meus estudos.

Aos meus tios “Kuki” e Ângela, e primos Priscilla e Léo, pela força, contribuição e por fazerem meus dias mais felizes.

Ao meu Orientador e amigo, Claudemir Zucareli, que sempre me aconselhou tanto profissionalmente como pessoalmente, e que apesar das broncas e das cobranças, sempre me incentivou a buscar o melhor. Obrigado pelos conhecimentos passados.

A minha ex orientadora e grande amiga Vanda Pietrowski, por sempre se preocupar comigo, e buscar o melhor para meu futuro.

A Universidade Estadual de Londrina – UEL – e aos professores da pós-graduação em agronomia.

A fundação Araucária pela bolsa de estudos.

Aos meus amigos de longa data: Carla F. Horing, Náira F. Gonzáles, Pedro Vergueiro e Jean Souza, por sempre estarem ao meu lado; aos novos amigos londrinenses, Édson Fujiwara e Rodrigo Teixeira Esteves, por me mostrarem que grandes amizades podem acontecer a qualquer momento de nossas vidas.

Aos amigos mestrados pelas angústias e momentos divertidos durante as aulas.

A Raphael Rossi, Jéssica de Lucena Marinho e Cláudia Furquim, pela ajuda na condução e avaliação dos experimentos.

"Há duas coisas infinitas: o Universo e a tolice dos homens. Mas não tenho certeza do que afirmo sobre a questão do universo."

(Albert Einstein)

“Os tolos e os fanáticos estão sempre seguros de si, mas os sábios são cheios de dúvidas”.

(Bertrand Russell)

GAZOLA, Diego. **Aplicação de aminoácido foliar e adubação nitrogenada de cobertura nas culturas do milho e do trigo**, 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – universidade estadual de londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O milho e o trigo são dois cereais de grande importância mundial pela sua qualidade nutricional e ampla utilização na alimentação. A utilização de aminoácidos na agricultura vem aumentando de forma bastante acentuada, devido aos inúmeros benefícios que estas substâncias orgânicas vem proporcionando às plantas. O objetivo foi estudar os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos, associada a aplicação de uréia em cobertura, no desempenho produtivo e nas características agrônômicas da cultura do milho safrinha e do trigo. Para o milho, o experimento foi conduzido na cidade de Londrina, PR, no delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4X4, com 4 repetições. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) na forma de uréia e quatro doses do produto a base de aminoácidos (0, 8, 16, e 24 l ha⁻¹) aplicadas via foliar durante o estágio vegetativo V6. A cultivar de milho utilizado foi o Pioneer 305 31H semeado em março. O experimento de trigo foi conduzido em Londrina, PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com 4 repetições. Foram avaliadas quatro doses do resíduo agroindustrial a base de aminoácidos, (0, 10, 20, 30L ha⁻¹), aplicadas na fase de emborrachamento da planta, em quatro cultivares de trigo (IPR Catuara, BRS Gaivota, Quartzo e CD 120). Foram aplicados 60 Kg ha⁻¹ de N em cobertura na fase de perfilhamento. As parcelas foram constituídas de seis linhas de sete metros espaçadas de 0,17 m. Para o milho as variáveis analisadas foram altura de plantas, diâmetro do colmo, altura de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, teor de N foliar, e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. As doses do produto a base de aminoácidos não influenciaram variáveis analisadas na cultura do milho na safrinha. Para o trigo, as variáveis analisadas foram: altura de plantas, número de espigas por metro quadrado, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, massa de mil grãos, teor de clorofila foliar e produtividade. O produto a base de aminoácidos não apresentou efeito positivo para as variáveis analisadas. O nitrogênio apresentou efeitos positivos para as variáveis analisadas, com exceção ao diâmetro do colmo e população de plantas. O maior teor de N foliar foi observado na dose de 120 Kg ha⁻¹, com 24,2 g Kg⁻¹. O nitrogênio proporcionou efeito linear para as variáveis: altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira. O comprimento de espiga, massa de mil grãos e produtividade obtiveram resposta máxima do nitrogênio nas doses de 135,3, 157 e 149,5 Kg ha⁻¹ respectivamente. O produto a base de aminoácidos aplicado via foliar não alterou o desempenho produtivo das cultivares de trigo Catuara, Gaivota e Quartzo. Para cultivar CD 120 o aumento das doses de aminoácidos foliar aplicadas na fase de emborrachamento das plantas incrementa o número de grãos por área, sem alterar o rendimento de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Triticum aestivum* L. Nitrogênio. Adubação foliar, resíduo agroindustrial.

GAZOLA, Diego. **Foliar application of amino acid and nitrogen fertilization on corn and wheat**, 2013. 103 p. Dissertation (Master Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

Corn and wheat are two major cereals worldwide for its nutritional quality and wide use in food. The use of amino acids in agriculture has increased particularly sharply, due to the numerous benefits that these organic substances is providing the plants. The objective was to study the effects of foliar application of amino acids associated with urea application on coverage, performance and agronomic characteristics of corn and wheat harvesting period. For corn, the experiment was conducted in the city of Londrina, PR, in randomized blocks, in 4X4 factorial design, with 4 replicates. We used four doses of nitrogen (0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹) as urea and four doses of the product based on amino acids (0, 8, 16, and 24 l ha⁻¹) applied via leaf during the vegetative growth stage V6. The maize cultivar used was Pioneer 305 31H sown in March. The experiment was conducted in wheat Londrina, PR. The experimental design was a randomized block design in plots subdividias, with 4 repetitions. We evaluated four doses of agroindustrial residue-based amino acid, (0, 10, 20, 30L ha⁻¹), applied at the stage of booting the plant in four wheat cultivars (IPR Catuara, BRS Seagull, Quartz and CD 120) . We applied 60 kg N ha⁻¹ in coverage during tillering. The plots consisted of six rows spaced seven feet of 0.17 m. For corn the variables analyzed were plant height, stem diameter, ear height, ear length, number of kernel rows per ear, number of kernels per row, number of grains per spike, weight of 100 grains, content foliar N, and productivity. Data were subjected to analysis of variance and regression. The doses of the product based on amino acids did not affect variables in corn in the off-season. For wheat, the variables analyzed were: plant height, number of ears per square meter, number of spikelets per spike, number of grains per spike, number of grains per spikelet, thousand grain weight, leaf chlorophyll content and productivity. The amino acid based product showed no positive effect for the variables analyzed. Nitrogen showed positive effects for the variables analyzed, except the stem diameter and plant population. The higher leaf N content was observed at the dose of 120 kg ha⁻¹ with 24.2 g kg⁻¹. Nitrogen provided linear effect for the variables: plant height, height of insertion of ear, number of grains per ear and number of kernels per row. The length of spike, thousand grain weight and yield maximum response obtained in nitrogen doses of 135.3, 157 and 149.5 kg ha⁻¹ respectively. The amino acid based product applied foliar did not alter the yield performance of wheat cultivars Catuara, Seagull and Quartz. To cultivate CD 120 increased doses of amino acid foliar applied at the stage of booting plants increases the number of grains per area without changing the yield.

Keywords: *Zea mays*. *Triticum aestivum* L. Nitrogen. Foliar fertilization, Agroindustrial residue.

LISTA DE FIGURAS

Artigo A

- Figura 3.1** – Precipitação (mm) e médias das temperaturas, máximas e mínimas (°C), por decêndio, durante a condução do experimento de milho safrinha 2012. Londrina/PR, 2012..... 65
- Figura 3.2** – Altura de Inserção da espiga (cm) e alturas de plantas (cm) em função de doses de Nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹), durante a safrinha. Londrina/PR 2012 69
- Figura 3.3** – Comprimento de espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos em função de doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) aplicadas na cultura do milho Safrinha. Londrina/PR, 2012 71
- Figura 3.4** – Teor de Nitrogênio foliar (g Kg⁻¹) e Produtividade (Kg ha⁻¹), em função de doses de nitrogênio aplicadas na cultura do milho Safrinha. Londrina/PR, 2012 74

Artigo B

- Figura 4.1** – Precipitação (mm) e médias das temperaturas, máximas e mínimas (°C), por decêndio, durante a condução do experimento de trigo. Londrina/PR, 2012 87
- Figura 4.2** – Número de grãos por área em função de doses e aminoácidos para a cultivar de trigo CD 120. Londrina/PR, 2012 92

LISTA DE TABELAS

Artigo A

- Tabela 3.1** – Aminoácidos presente no produto comercial na forma líquida, com base em 100 g de amostra..... 66
- Tabela 3.2** – Análise de solo realizada na área de condução do experimento, na profundidade de 0 – 20 cm, na fazenda escola da UEL. Londrina/PR, 2012 67
- Tabela 3.3** – Análise de variância das características agronômicas do milho em função de diferentes doses de nitrogênio em cobertura e de aminoácidos via foliar, no período de safrinha, Londrina/PR, 2012 68

Artigo B

- Tabela 4.1** – Cultivares de trigo utilizadas no experimento de trigo. Londrina/PR, 2012 88
- Tabela 4.2** – Aminoácidos presente no produto comercial na forma líquida, com base em 100 g de amostra..... 89
- Tabela 4.3** – Análise de solo realizada na área de condução do experimento, na profundidade de 0 – 20 cm, na estação experimental do IAPAR. Londrina/PR, 2012 89
- Tabela 4.4** – Comportamento das variáveis analisadas em função das cultivares de trigo Quartzo, BRS Gaivota, CD 120 e IPR Catuara, nas doses de aminoácidos de 0, 10, 20 e 30 L ha⁻¹. Londrina/PR, 2012 93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABITRIGO	Associação Brasileira da Indústria do Trigo.
AGE	Assessoria de Gestão Estratégica
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento.
COODETEC	Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Tecnologia da nossa terra.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
MAPA	Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A CULTURA DO MILHO	15
2.1.1 Botânica e Fisiologia.....	17
2.1.2 Exigências Climáticas	19
2.1.2.1 Temperatura.....	19
2.1.2.2 Água	21
2.1.2.3 Radiação solar.....	24
2.1.2.4 Fotoperíodo.....	25
2.2 A CULTURA DO TRIGO	25
2.2.1 Botânica e Fisiologia.....	29
2.2.2 Exigências Climáticas	31
2.2.2.1 Temperatura.....	32
2.2.2.2 Água	34
2.2.2.3 Radiação solar.....	35
2.2.2.4 Fotoperíodo.....	35
2.3 NITROGÊNIO	36
2.3.1 Na Cultura do Milho.....	39
2.3.2 Na Cultura do Trigo	41
2.4 AMINOÁCIDOS NA AGRICULTURA	44
2.5 REFERÊNCIAS.....	46
3 ARTIGO A - APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA	61
3.1 RESUMO E ABSTRACT	61
3.2 INTRODUÇÃO	62
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	64
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
3.5 CONCLUSÃO	77
3.6 REFERÊNCIAS.....	77

4 ARTIGO B - APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS COMO SUPLEMENTO A ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES CULTIVARES DE TRIGO	83
4.1 RESUMO E ABSTRACT	83
4.2 INTRODUÇÃO	84
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	87
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	90
4.5 CONCLUSÃO	98
4.6 REFERÊNCIAS	99
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	103

1 INTRODUÇÃO

O milho e o trigo são dois cereais de grande importância mundial, devido, principalmente, a sua ampla utilização, direta ou indiretamente, na alimentação humana e a alta qualidade nutricional. Essas culturas possuem um elevado potencial produtivo, e são bastante responsivas à tecnologia, dentre elas a adubação, principalmente a nitrogenada.

O milho também é muito utilizado na alimentação animal, empregado na composição de rações para aves, suínos, bovinos. Seu cultivo geralmente é mecanizado, se beneficiando muito de técnicas modernas de semeadura e colheita. O Brasil é um dos maiores produtores desse cereal, sendo Minas Gerais e Paraná os estados líderes em produção.

O trigo enfrenta várias adversidades de produção e por ser uma planta que necessita de um clima mais ameno durante seu desenvolvimento, seu cultivo se concentra na região sul do país, tendo o Rio Grande do Sul e o Paraná como os maiores produtores deste grão. Contudo a produção nacional de trigo não atende a demanda interna, sendo necessária a importação dessa commodity, o que implica em aumentos constantes nos preços dos alimentos a base de trigo, como pães e massas.

Um dos grandes entraves do cultivo desses cereais é o alto custo de produção, gerando normalmente desestímulo aos produtores, devido ao baixo valor pago pela saca durante o período de safra e pela falta de incentivo devido a acordos comerciais com países vizinhos, no caso específico do trigo.

O custo de fertilizantes químicos na produção agrícola representa cerca de 40% dos gastos com a implantação da cultura. Um problema que se acentua cada vez mais nos trabalhos de fertilização do solo, reside na grande dependência da importação de NPK, ou seja, em componentes básicos na formulação convencional de fertilizantes, uma vez que a produção brasileira é inferior a 20% da necessidade de uso interno. Grande parte desse custo de produção refere-se ao uso de fontes de nitrogênio, sendo a uréia a principal matéria prima utilizada.

Ainda, a eficiência da aplicação da uréia depende muito da ocorrência de condições climáticas adequadas, principalmente precipitação, o que nem sempre ocorre na fase fenológica indicada para aplicação. Esse problema é ainda mais acentuado para o trigo, que é cultivado no inverno, quando as precipitações não são regulares.

O nitrogênio desempenha papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente no grupo das gramíneas, representado pelo milho e trigo. Esse nutriente desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na

produtividade de grãos, aumenta o peso da espiga e a porcentagem de óleo, além de estar associado ao crescimento vegetativo e participar de mecanismos da fotossíntese. Sua deficiência causa amarelecimento das folhas, acarretando na diminuição na produtividade de grãos. A exploração do potencial produtivo dos cultivares comerciais destes cereais, é indispensável a adubação de nitrogênio tanto em semeadura quanto nos estádios de desenvolvimento da cultura (cobertura).

Como a produtividade do milho e do trigo é totalmente dependente de nitrogênio, nos últimos anos há uma ampla busca por novas fontes desse nutriente que sejam, em primeiro lugar, eficientes, com melhor custo benefício em relação ao convencional (uréia) e, que sejam renováveis, não acarretando danos ao meio ambiente. Assim, a utilização de biofertilizantes, como resíduos agroindustriais, tornam-se viáveis, visto que na atualidade a agricultura busca o aumento da produtividade, com redução de custos e impactos ambientais.

A utilização de aminoácidos na agricultura brasileira e nos demais países vem aumentando de forma bastante acentuada, devido as inúmeros benefícios que estas substâncias orgânicas vem proporcionando as plantas. A utilização de aminoácidos contribui para o aumento da produtividade das mais diversas culturas e da qualidade dos produtos agrícolas.

Através de trabalhos realizados com o uso de complexos de aminoácidos na cultura do café observou-se que houve aumento na altura das plantas, no tamanho das folhas, no tamanho e espessura de raízes e por fim, na produtividade. Demonstrando deste modo ser uma tecnologia viável para ser utilizado na agricultura, principalmente em culturas exigentes e responsivas ao N, como os cereais.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo estudar os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos, provenientes de resíduo agroindustrial, como um complemento a aplicação de N em cobertura, sobre as características agronômicas e desempenho produtivo do milho safrinha e do trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*zea mays*) em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana quer na alimentação animal, assume relevante papel socioeconômico, além de constituir-se em indispensável matéria prima impulsionadora de diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).). Somente na alimentação animal são consumidos 66% dos grãos produzidos no país (ABIMILHO, 2012).

É uma planta da família *poaceae* e da espécie *Zea mays*, originária da América Central, apresenta grande capacidade de adaptação a diversos climas, sendo cultivado em praticamente todas as regiões do mundo, nos hemisférios norte e sul, ao nível do mar e em regiões montanhosas, em climas úmidos e regiões secas (MATOS, 2007).

O mercado mundial de milho é abastecido basicamente por três países, os Estados Unidos, a Argentina e o Brasil. A principal vantagem desses países é uma logística favorável, que pode ser decorrente da excelente estrutura de transporte e proximidade dos portos (CRUZ et al., 2008).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 72 milhões de toneladas na safra 2011/2012 e, está entre os países que terão aumento significativo das exportações de milho, ao lado da Argentina. O crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade. Enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano nos próximos anos, a área plantada deverá aumentar 0,73% (CONAB, 2012). Esse crescimento na produção da cultura tende a se expandir consideravelmente devido a maior procura na demanda gerada em função do crescimento populacional e, principalmente, pelo aumento do consumo do cereal para a fabricação de energia renovável (SILVA, 2004). Nos Estados Unidos da America, em função do programa de produção de etanol, esta ocorrendo um elevado consumo interno, reduzindo significativamente as exportações. Este que representa mais de 50% do montante comercializado internacionalmente (DUARTE et al., 2006).

A grande quantidade de milho produzido no Brasil se deve a estratificação de ambientes, a recomendação de cultivares aliada à densidade populacional e à adubação.

Esses fatores são responsáveis para um bom desempenho da cultura, com ganhos de produtividade (FARINELLI et al., 2003).

A região Centro Oeste brasileira tornou-se a principal responsável pela produção do cereal, contando com mais de 26 Milhões de toneladas do grão. Já a região Sul, em segundo lugar, com 22 milhões de t ha⁻¹. Contudo, o Paraná é o maior estado produtor da cultura com mais de 16 milhões de t ha⁻¹, com uma área cultivada de 12.247,7 milhões de hectares contando com uma das maiores produtividades brasileiras, de 5.448 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

Grande parte da produção nacional deve-se ao milho de segunda safra, denominada safrinha. O milho safrinha é caracterizado pelo cultivo em sequeiro, com semeadura realizada nos meses de janeiro a abril, após a cultura de verão, geralmente após soja precoce (CRUZ et al., 2011). O cultivo de milho de segunda safra tem evoluído em algumas regiões, tornando-se uma atividade econômica ajustada ao sistema de produção, assegurando maior produtividade (OLIVEIRA et al., 1999). É produzido basicamente nos estados do PR, de SP, de GO, do MT, do MS. Por ser implantado no final da época normal, o milho safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelas limitações de água, radiação solar e temperatura em estádios avançados de desenvolvimento (CRUZ et al., 2011).

O sucesso no cultivo do milho de segunda safra depende, fundamentalmente, da ocorrência de condições climáticas adequadas por ocasião da semeadura e durante os períodos críticos de crescimento da cultura. Os elementos climáticos apresentam grande variabilidade espacial e temporal devido à ocorrência de períodos prolongados de escassez de chuvas e temperaturas baixas no período usual de cultivo do milho “safrinha” no Paraná (CARDOSO; FARIA; FOLEGATTI, 2004).

As épocas de semeadura mais indicadas para o milho de segunda safra levam em conta a análise conjunta dos riscos de geada com os de deficiência hídrica, sendo que nas regiões situadas ao Norte, as épocas de menores riscos para a semeadura são o final de fevereiro e o mês de março, enquanto que nas demais regiões, são janeiro e fevereiro (GONÇALVES et al., 2002).

Além do retorno financeiro, a safrinha proporciona os benefícios agronômicos da rotação de culturas: aumento da palhada, fundamental para a manutenção do sistema de plantio direto, e controle de pragas e doenças da lavoura de verão. Além disso, a sucessão de cultivos distintos também contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (SOUZA; SORATTO, 2006).

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo (AMARAL FILHO, et al., 2005).

O aumento da produtividade com a adubação depende das características químicas e físicas do solo e da cultura plantada, além de outros fatores, como disponibilidade de água, controle de doenças, pragas e invasoras e do cultivar. Os principais fatores que limitam a produtividade das culturas em solos aráveis são a deficiência hídrica e o estresse nutricional (FAGERIA, 1998).

Outro fator para o aumento da produtividade é o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura. Através desse manejo é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição inter e intra-específica por esses fatores, aumentando a matéria seca e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

O milho, comparativamente a outras espécies cultivadas, tem experimentado avanços significativos nas mais diversas áreas do conhecimento agrônomo, bem como nas áreas concernentes à ecologia e etnobiologia, propiciando melhor compreensão de suas relações com o meio e o homem (FANCELI; DOURADO NETO, 2008).

2.1.1 Botânica e Fisiologia

O milho é uma planta completamente domesticada, pois não cresce em forma selvagem e não pode sobreviver na natureza, sendo inteiramente dependente dos cuidados do homem. Sua domesticação ocorreu há 4 mil anos, a partir do teosinte, uma pequena planta das terras altas mexicanas (FORNASIERI FILHO, 2007). A cultura está espalhada numa vasta região do globo, em altitudes que vão desde o nível do mar até mais que 3 mil metros (LERAYER, 2006). É uma espécie altamente politépica, com cerca de 300 raças e milhares de variedades (FORNASIERI FILHO, 2007).

Este cereal não é nativo do Brasil e, apenas o México e a Guatemala são considerados países que deram origem ao milho conhecido atualmente (ABADIE et al., 2000).

O milho é uma planta herbácea, monóica, possui os dois sexos na mesma planta, em inflorescências diferentes, é uma planta anual, ou seja, completa o ciclo em quatro a cinco meses (PONS; BRESOLIN, 1981), possui polinização alógama com praticamente

100% de reprodução cruzada (PATERNIANI; CAMPOS, 1999) e é classificada como uma gramínea, pertencente ao grupo de plantas com metabolismo C4 e com ampla adaptação a diferentes ambientes (RODRIGUES et al., 2009).

As plantas C4, desenvolveram processos que otimizam a fixação de CO₂ e, conseqüentemente, a utilização de água e de nitrogênio, além de sua produção fotossintética, em condições naturais, não apresentar saturação à radiação (DOURADO NETO et al., 2001). Esse tipo de planta reduz ainda a fotorrespiração e a perda de água em climas quentes e secos. Tais características fazem com que o milho possa realizar os mecanismos fotossintéticos de forma mais eficiente em altas temperaturas quando comparado a plantas de ciclo C3, como a soja por exemplo, razão pela qual o milho é amplamente cultivado em diferentes ambientes do globo (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Estruturalmente, a planta do milho é constituída por uma haste cilíndrica, com nós e entrenós compactos. Cada nó abaixo do solo produz raízes, e os nós, no nível do solo ou imediatamente acima, podem produzir perfilhos e raízes suporte (esporões). As folhas e as ramificações que podem permanecer no estado rudimentar ou desenvolver-se para formar as inflorescências femininas (espigas) são produzidas a partir dos nós acima do solo. Os colmos compactos terminam numa inflorescência masculina (pendão) (FORNASIERI FILHO, 2007). Segundo Vieira Júnior et al. (2005), o milho apresenta folhas alternadas e opostas ao longo do perfil da planta, com seus posicionamentos no colmo definidos durante a organogênese, o que lhe confere uma projeção de copa elíptica. Ainda segundo este autor, o posicionamento das folhas no colmo sugere, portanto, que a orientação azimutal das folhas, traduzida como a orientação das folhas em relação à linha de semeadura, é resultado do posicionamento da semente na semeadura.

Botanicamente, o grão desta espécie é um fruto, denominado cariopse, em que o pericarpo está fundido com o tegumento da semente propriamente dito (RODRIGUES et al., 2009). Os grãos de milho são, geralmente, amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300 mg e sua composição média em base seca é de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra e 4% de óleo. O grão é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta (CRUZ et al., 2008).

O endosperma é triploide, por se originar da fusão de dois núcleos femininos e um masculino (FORNASIERI FILHO, 2007), representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, constituído principalmente de amido (88%), além de proteínas de reserva (8%) (CRUZ et al., 2008). O embrião ou gérmen está posicionado em uma depressão

da superfície superior do endosperma, perto da base do grão. Consiste em duas partes principais: o escutelo e o eixo embrionário (FORNASIERI FILHO, 2007). O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase toda totalidade de lipídeos (83%), 78% dos minerais, 26% de proteínas e 70% de açúcares do grão (CRUZ et al., 2008).

O ciclo de desenvolvimento da planta de milho compreende dois períodos: vegetativo e reprodutivo (RODRIGUES et al., 2009). Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura, que é esplendidamente “construída” para a produção de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

2.1.2 Exigências Climáticas

O milho, sendo uma planta de origem tropical, exige, durante o seu ciclo vegetativo, calor e umidade para se desenvolver e produzir satisfatoriamente, proporcionando rendimentos compensadores (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

Em regiões de clima subtropical, os fatores ambientais, principalmente as variações na disponibilidade térmica e de radiação solar, exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho (LOZADA et al., 1999).

2.1.2.1 Temperatura

A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor explica a duração dos períodos de desenvolvimento do milho, havendo relação linear entre a duração destes períodos e o desenvolvimento da planta (LOZADA et al., 1999).

Para o desenvolvimento adequado do milho, a faixa de temperatura diurna ótima é de 25 a 30°C ao passo que temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente a germinação (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008). A ocorrência de temperaturas relativamente baixas pode levar a perda da viabilidade da semente após a semeadura ou reduzir a intensidade do processo de emergência, das plântulas por tornar mais lenta a absorção de água, reduzir a alongação da radícula e a taxa de respiração. Em temperaturas em torno de 30°C, as taxas de alongação da radícula e da plúmula são

maximizadas e praticamente cessam sob temperaturas constantes de 9 e de 40°C (FORNASIERI FILHO, 2007).

O desenvolvimento radicular de plantas jovens é influenciado pela temperatura, ocorrendo retardo progressivo na iniciação das raízes da coroa com o decréscimo da temperatura radicular de 20°C para 5°C (FORNASIERI FILHO, 2007). Para Maluf et al., (2001) as exigências térmicas da maioria dos genótipos de milho podem variar para os processos de germinação e crescimento, porém poucas se desenvolvem com temperaturas inferiores a 10°C.

Comparando temperaturas médias diurnas de 25, 21 e 18°C, Cruz et al. (2008) verificaram que o milho obteve maior produção de matéria seca e maior rendimento de grãos na temperatura de 21°C, e que a redução do rendimento, sob temperaturas elevadas, deve-se ao curto período de tempo de enchimento de grãos, em virtude da diminuição do ciclo da planta.

Por ocasião da floração, temperaturas médias superiores a 26 °C aceleram o desenvolvimento dessa fase, e as inferiores a 15,5 °C o retardam. Cada grau acima da temperatura média de 21,1 °C nos primeiros 60 dias após a semeadura pode acelerar o florescimento entre dois e três dias. Durante a polinização, temperaturas acima de 33 °C reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen (LANDAU et al., 2010).

À noite, temperaturas superiores a 24°C contribuem para o aumento da respiração da planta, a redução do ciclo, da produção e da viabilidade do pólen, além de alterar a composição protéica do grão (MIRANDA, et al., 2007). Muchow (1990) verificou que o aumento na taxa de crescimento e a diminuição na duração do período de enchimento dos grãos são afetados pelo aumento da temperatura. Quando a temperatura é superior a 35 °C ocorre diminuição da atividade da redutase do nitrato, podendo alterar o rendimento e a composição protéica dos grãos (LANDAU et al., 2010).

A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo épocas mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento (BERGAMASCHI et al., 2006).

A planta de milho precisa acumular quantidades distintas de energia ou simplesmente unidades calóricas necessárias a cada etapa de crescimento e desenvolvimento. A unidade calórica é obtida através da soma térmica necessária para cada etapa do ciclo da planta, desde a semeadura até o florescimento masculino. O somatório térmico é calculado através das temperaturas máximas e mínimas diárias, sendo 30°C e 10°C, respectivamente, as

temperaturas referenciais para o cálculo. Com relação ao ciclo, as cultivares são classificadas pelas empresas produtoras de sementes em normais ou tardias, semiprecozes, precoces e superprecozes (CRUZ et al., 2008; 2010).

As cultivares de ciclo normal apresentam exigência térmica de 890 a 1200 unidades calóricas, o que promove o florescimento masculino em torno de 70 dias após a emergência. Em cultivares precoces, a exigência térmica varia de 831 a 889 unidades calóricas e o florescimento masculino ocorre em torno de 65 dias após emergência; em cultivares superprecozes, a exigência térmica varia de 780 a 830 unidades calóricas e o florescimento ocorre com menos de 60 dias após emergência (MIRANDA et al., 2007).

Segundo Duarte et al. (1995), em geral, o fator térmico é a principal limitação para o desenvolvimento do milho “safrinha”, porém, em algumas regiões, a deficiência hídrica passa a ser o fator mais importante. A temperatura tem grande influência na duração do ciclo do milho, pois condiciona as taxas dos processos fisiológicos, podendo retardá-los ou acelerá-los. Nessas condições, o sucesso da safra depende da combinação entre a época de semeadura e o ciclo da cultivar, visando a evitar os períodos de seca e de geada (GOMES, 1995).

Cardoso et al. (2004) observaram que em alguns anos de cultivo, a ocorrência de temperaturas baixas entre o florescimento e a maturação fisiológica determinou a finalização abrupta do período de enchimento de grãos no milho, decorrente das baixas taxas de crescimento que são influenciadas pelas temperaturas, o que ocorreu nas semeaduras dos meses de março e abril. Esses autores ainda ressaltaram que a ocorrência de baixas temperaturas e de geadas nas semeaduras mais tardias resultaram em safras prejudicadas e, em alguns casos, em ciclos não completados, o que, junto à menor disponibilidade de radiação solar, foi responsável pelos menores rendimentos nessas épocas.

2.1.2.2 Água

O milho é uma espécie que consome grande quantidade de água durante o ciclo de desenvolvimento, devido à sua elevada produção de massa seca. Trata-se, no entanto, de uma cultura eficiente no uso de água, medida pela massa seca produzida por unidade de água utilizada. O elevado consumo de água não é devido apenas à grande produção de massa seca, mas também pelo fato de tratar-se de um cereal de estação estival. Isto significa que a maior demanda de água pela planta coincide com a maior demanda evaporativa da atmosfera (RODRIGUES et al., 2009).

Por razões essencialmente econômicas, o milho tem sido cultivado principalmente no período chuvoso, uma vez que a cultura demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória sem necessidade de irrigação. Em condições de clima quente e seco, a cultura do milho raramente excede um consumo 3 mm/dia de água; já no período que vai da iniciação floral à maturação (planta em torno de 30 cm de altura), o consumo pode atingir 5 a 7 mm/dia. As maiores produtividades têm ocorrido associadas a consumos de água entre 500 e 800 mm considerando todo o ciclo da cultura (LANDAU, et al., 2010).

A quantidade de água disponível para a cultura encontra-se na dependência da profundidade explorada pelas raízes, da capacidade de armazenamento de água do solo e da densidade radicular da planta. Assim, o manejo racional do solo e da cultura, reveste-se de suma importância para o crescimento e distribuição do sistema radicular, favorecendo o aproveitamento eficiente da água no processo produtivo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

A ocorrência de déficit hídrico na cultura pode ocasionar danos em todas as fases. Na fase do crescimento vegetativo, devido ao menos alongamento celular, a redução da massa vegetativa e diminuição na taxa fotossintética (CRUZ et al., 2008). Acevedo et al. (1971) mostraram conclusivamente que a alongação foliar do milho tem uma resposta imediata a mudanças no estado hídrico da planta, havendo diminuição no crescimento foliar com um leve decréscimo no potencial hídrico da folha. Segundo Alves et al. (2009), o estresse de água no solo com nível igual ou inferior a 40% de água disponível, torna limitante o crescimento da cultura do milho.

O principal efeito e o primeiro a se manifestar em uma situação de déficit hídrico é a redução da expansão celular, pois, em condições de restrição hídrica, o limiar de turgescência ou potencial de pressão mínimo para que haja expansão pode não ser atingido. Déficits hídricos mais severos podem também afetar o processo de divisão celular (KRAMER; BOYER, 1995; KUNZ et al., 2007).

Segundo Cruz et al. (2008) na fase do florescimento, a ocorrência de dessecação dos estilos-estigmas, aborto dos sacos embrionários, distúrbios na meiose, aborto das espiguetas e morte dos grãos de pólen resultarão em redução no rendimento. Na fase de enchimentos de grãos, o déficit hídrico afetará o metabolismo da planta e o fechamento dos estômatos, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados e sua translocação para os grãos.

O período de florescimento é considerado como o estágio mais sensível e determinante do potencial produtivo, podendo ocorrer limitações superiores a 50% quando o déficit hídrico ocorrer nessa fase (DURÃES et al., 2002; 2004). Quando ocorre durante esse período, a produtividade de grãos é afetada, reduzindo, principalmente, o número de grãos por espiga (BERGONCI et al., 2001). Almeida et al. (2003) constataram que houve significativa redução na produção da massa seca da parte aérea, taxa de crescimento celular, índice de área foliar e taxa de expansão celular das plantas quando submetidas ao déficit hídrico.

De acordo com Earl e Davis (2003) e; Kunz, et al. (2007), o déficit hídrico reduz a produção de grãos do milho, pela redução da absorção da radiação fotossinteticamente ativa devido à menor área foliar, decorrente da murcha ou enrolamento foliar em períodos de estresse severo ou pela senescência precoce das folhas.

Em dados obtidos por Farinelli et al. (2003), onde foi analisado o desempenho de cultivares de milho na safra e na safrinha, os autores concluíram que o desempenho agrônomico das cultivares na safrinha foi prejudicado pelas condições ambientais desfavoráveis caracterizadas pelo déficit hídrico e as baixas temperaturas nos estádios de florescimento masculino e enchimento de grãos, o que não ocorreu no período de safra. Isso ocorre pois esse período de semeadura da cultura coincide com uma época caracterizada por baixos índices pluviométricos (PENARIOL et al., 2003).

Cardoso et al. (2004) observaram que há uma tendência de aumento nos riscos de estabelecimento do milho “safrinha”, à medida que a semeadura foi atrasada de fevereiro a abril, na cidade de Londrina - PR, devido à redução da disponibilidade hídrica no solo, decorrente da menor ocorrência de chuvas.

A deficiência hídrica é uma das principais causas de perda de rendimento em milho, exercendo efeitos variados sobre a planta, dependendo de seu estágio de desenvolvimento, do nível da deficiência e da sua duração (KUNZ et al., 2007). Por este motivo, é importante compreender e quantificar os processos que envolvem relações clima-planta, em particular as relações hídricas, a fim de implementar medidas capazes de reduzir os impactos da deficiência hídrica sobre a produção das culturas e assim, possibilitar o agricultor a adotar medidas preventivas de manejo para evitar prejuízos advindos da estiagem (GALON et al., 2010).

2.1.2.3 Radiação solar

Embora a temperatura e o fotoperíodo sejam os principais fatores que atuam sobre o desenvolvimento vegetal, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, a radiação solar é fundamental para o desenvolvimento e o crescimento vegetal na agricultura, efetuado pelos processos fotomorfo genéticos e fotossintéticos (KUNZ et al., 2007).

Com relação à luz, a cultura do milho responde com altos rendimentos a crescentes intensidades luminosas, em virtude de pertencer ao grupo de plantas C4, o que lhe confere alta produtividade biológica (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

A planta de milho não tolera a luz difusa típica de tempo nublado ou chuvoso ou causada pela alta população de plantas; nessa situação, ocorre a redução do sincronismo entre a emissão do pendão e da espiga, assim como do tamanho de espigas e do peso de grãos (MIRANDA et al., 2007).

Segundo Gallo et al. (1985); Ottman e Welch (1989), pode-se potencializar o rendimento de grãos do milho por meio do aumento da quantidade de energia absorvida pelo dossel da comunidade, através do incremento da superfície foliar em uma determinada área de solo. Menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial das plantas de milho, aumentando a eficiência na interceptação da luz (FLÉNET et al., 1996). Ao avaliar o comportamento da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa Marchão et al. (2006) pode observar que o adensamento proporcionado pelo incremento da densidade de semeadura em espaçamento reduzido resultou em maior rendimento de grãos em decorrência do aumento linear da interceptação da luz pelo dossel.

Um dos objetivos da modificação do arranjo de plantas, pela redução da distância entre linhas, é encurtar o tempo necessário para que a cultura intercepte o máximo da radiação solar incidente e, com isso, incrementar a quantidade de energia captada por unidade de área e de tempo (KUNZ et al., 2007). Eventualmente, podem ocorrer efeitos negativos do incremento da radiação na produtividade, por a elevada radiação ser frequentemente acompanhada de temperaturas relativamente elevadas (FORNASIERI FILHO, 2007). Ainda segundo este autor, a maior sensibilidade da planta à deficiência luminosa ocorre no florescimento e em parte da fase reprodutiva, podendo causar danos na maturação dos grãos e redução de produção.

Trabalhos realizados por Vieira Júnior et al. (2005), ainda enfatizam que a latitude do local e o período do ano em que ocorre o estágio reprodutivo da planta devem ser considerados para otimização da interceptação da radiação solar. Outros trabalhos

experimentais demonstram redução do rendimento de grãos de milho sob condições de sombreamento e aumento sob condições em que há enriquecimento de luz (HASHEMI; HERBERT, 1992; GIRARDIN; TOLLENAAR, 1994)

2.1.2.4 Fotoperíodo

Dentre os componentes climáticos que afetam a produtividade do milho, está o fotoperíodo, representado pelo número de horas de luz solar, o qual é um fator climático de variação sazonal, mas que não apresenta muita variação de ano para ano (CRUZ et al., 2008). As cultivares comerciais modernas de milho não respondem ao fotoperíodo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

Embora este cereal seja considerado como uma planta de dias curtos, sob condições de clima temperado as cultivares são melhoradas para situações de dias longos. Estas, quando levadas para regiões de baixas latitudes, maduram mais rapidamente, com redução na altura da planta e na sua produtividade; já as cultivares tropicais, quando introduzidas em regiões de latitudes elevadas, estendem seu período de crescimento vegetativo, apenas florescendo no outono, quando o número de horas luz diminui (FORNASIERI FILHO, 2007). Além do aumento da fase vegetativa, o aumento no fotoperíodo proporciona também um incremento no número de folhas emergidas durante a diferenciação do pendão e do número total de folhas produzidas pela planta (CRUZ et al., 2008), ocasionando atraso no florescimento (FERRAZ, 1966).

2.2 A CULTURA DO TRIGO

Segundo Fangueiro (2010) o trigo (*Triticum aestivum L.*) é consumido no mundo há mais de 12 mil anos e surgiu no Oriente Médio, numa região batizada pelos historiadores de Crescente Fértil onde atualmente se estende do Iraque até o Egito. No entanto só se tem registro que a cerca de 6700 a.C começou a ser cultivado pelos povos que habitavam a antiga Mesopotâmia, sendo que na época os grãos eram misturados com outras iguarias tais como peixes, frutas e castanhas. Por volta de 4000 a.C os egípcios davam os primeiros passos no processo de fermentação do trigo e com essa nova descoberta passaram a também fabricar vinhos e cervejas com a semente deste cereal. Com o passar do tempo, aperfeiçoou-se a técnica de fabricação e os egípcios descobriram que a farinha feita do grão do trigo ganhava volume quando se adicionava levedo à massa levada ao forno.

De acordo com Cunha (2012) o trigo foi introduzido no Brasil em 1534, por Martim Affonso de Sousa. Apesar de ter sido cultivado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, ficou concentrado no extremo sul, e quase desapareceu por causa de doenças.

O trigo é uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem e tem sido fundamental na base alimentar da humanidade. É um cereal amplamente utilizado na alimentação humana (principalmente) e animal. Seu cultivo é difundido no mundo pelos inúmeros derivados obtidos pela sua industrialização que vão desde a farinha para fabricação de pães, massas e biscoitos, o farelo usado na alimentação animal como complemento vitamínico, o gérmen utilizado na indústria farmacêutica e, a produção de óleos e dietéticos (DALMAGO et al., 2009).

Embora seja uma cultura melhor adaptada as latitudes 30°-60° N e 27-40° S pode ser cultivado fora destes limites, inclusive próximo à área equatorial (CAIERÃO, 2009). É muito bem adaptada para solos bem drenados, solos argilo-siltosos e para zonas de temperaturas áridas ou semi áridas. A migração do trigo em direção aos pólos e ao Equador tem sido propiciada tanto pela seleção natural, quanto pela criação de novos cultivares adaptados a condições ambientais específicas (CASTRO; KLUGE, 1999).

Devido a sua plasticidade de adaptação é cultivado tanto em regiões subtropicais quanto tropicais. O rendimento de grãos e as características de qualidade tecnológica são fortemente influenciados pelas condições climáticas de cada região e meteorológicas durante a safra (DALMAGO et al., 2009).

Sua importância na rotação de culturas é comprovada em áreas sob monocultivo de tomate, feijão e de outras leguminosas. Isso deve-se a incidência de doenças como esclerotínia, rizoctoniose e fusariose, que têm provocado redução expressiva no rendimento dessas culturas e aumento nos custos de produção. O trigo, por não ser hospedeiro dessas doenças, constitui-se, no momento, na principal alternativa para a rotação de culturas, no período de inverno, com leguminosas (COODETEC, 2010).

O Brasil foi o primeiro país da América a exportar trigo, também foi ele que antecipou a produção comercial da cultura em questão, se antecipando inclusive aos norte-americanos, argentinos e uruguaios (CAFÉ et al., 2003).

O momento áureo do trigo no Brasil, para os produtores rurais, ocorreu na segunda metade da década de 80. Ainda sob o monopólio da comercialização pelo governo federal, e consequentemente tabelamento oficial de preços do trigo em todos os níveis de mercado, a boa rentabilidade da cultura manteve a área cultivada no Brasil entre 1986 e 1990, acima de 3,2 milhões de hectares. Em alguns anos deste período o Brasil quase chegou perto

da auto-suficiência na produção do grão, muito embora à custas de pesados subsídios governamentais, onde o governo federal bancava a diferença entre os maiores preços pagos aos produtores rurais e os menores preços de venda da farinha no varejo (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009).

Em 1987 o Brasil obteve safra superior a 6 milhões de toneladas, o equivalente a 85% do consumo daquele ano, com a produtividade média alcançando 1746 Kg ha⁻¹. Contudo, neste mesmo ano caiu o subsídio ao produtor, e em 1989, o subsídio ao consumo. Com isso, a partir de 1990, os preços pagos pelo Departamento de Trigo do Banco do Brasil - CITRIN ao trigo nacional foram comparáveis ao importado, encerrando-se assim o monopólio estatal da comercialização do trigo (FORNASIERI FILHO, 2008).

A região sul do Brasil sempre foi a maior produtora de trigo do país, respondendo por mais de 90% do total nacional. O clima frio exigido pela cultura e o desenvolvimento de cultivares adaptadas a essa região pela pesquisa, explicam a predominância do cultivo de trigo em áreas situadas abaixo do paralelo 24. Dos estados do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul são os únicos de expressão nacional no cultivo de trigo (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009).

No Paraná, o trigo foi inicialmente cultivado por pequenos produtores do Sul, conhecida por zona colonial, caracterizada por áreas de mata recém desbravadas, porém, de origem distrófica, apresentando teor elevado de alumínio tóxico e baixos níveis de nutrientes (BRUNETTA; DOTTO, 2000). Ainda segundo esses autores, a partir de 1969/70, iniciou-se a expansão do trigo para o Norte/Oeste do Paraná, em áreas de solos de maior fertilidade. Em grande parte, sem alumínio tóxico. O impulso foi ainda maior quando as lavouras anuais substituíram as extensas áreas de café, dizimadas pelas fortes geadas ocorridas em julho de 1975.

De acordo com dados da CONAB (2012), a produção nacional do trigo se concentra nos estados da região Sul, que possuem uma área de cultivo de 2.050,9 milhões de ha, sendo o Paraná o estado com maior área, com 1.042,5 milhões de ha, seguido pelo Rio Grande do Sul com 932,4 milhões de ha e Santa Catarina com cerca de 76 milhões de ha. A região Centro-Oeste contribui com 70 milhões de ha de área, e a Sudeste com 45 milhões de ha. A produção do grão acompanha os estados com maior área de cultivo de trigo, com a Região Sul responsável por produzir 5.478,8 toneladas, seguido pela Região Sudeste com 200 milhões de toneladas e a Centro-Oeste com 109 milhões de toneladas. Contudo, a produtividade da região Sul é a menor quando comparada as demais principais regiões produtoras, ficando em terceiro lugar com 2.631Kg ha⁻¹, enquanto a Sudeste e a Centro-Oeste

com 3.179 e 3.315 Kg ha⁻¹ respectivamente. Isso ocorre devido ao clima da região Sul do país, visto que nesse período é comum perdas por geada e pela estiagem.

Através de dados apresentados pelo AGE/Mapa (2012), o Brasil deve apresentar uma produção crescente até 2017/18, assim como o consumo interno deve crescer cerca de 1,3% ao ano tendo a necessidade de importar em torno de 8,7 milhões de toneladas em 2017/18, o consumo interno de trigo chegará a 13,3 milhões de toneladas neste período.

Quadro este bastante preocupante, pois sua demanda no Brasil gira em torno de 10 milhões de toneladas de grãos/ano, sendo que destas, de 4 a 7,5 milhões são supridas pela importação, o que nos torna dependentes do mercado externo (FANGUEIRO, 2010).

Devido ao seu déficit de produção, o Brasil, como forte país importador de trigo, vem dando preferência ao produto argentino. Isso se acentuou a partir da constituição do Mercosul (1991) e particularmente a partir da sua consolidação como zona de livre comércio (1995), visto que o custo de produção argentino é mais baixo do que o registrado nos dois principais Estados produtores do Brasil (BRUM et al., 2005).

Assim como outros produtos da agropecuária argentina, o trigo passou por profundas mudanças, nas últimas décadas, que alteraram a dinâmica produtiva e de comércio deste produto (SOUZA et al., 2011). De acordo com Bisang (2001), os principais fatores da mudança ocorrida na agropecuária argentina foram a incorporação de novas culturas; a adoção de novos processos tecnológicos; a liberação dos preços e a eliminação de várias barreiras de retenção à comercialização.

A Argentina suporta mais facilmente o recuo dos preços internacionais, podendo vender seu trigo bem mais barato, levando o Brasil, dentro dos acordos do Mercosul, a privilegiar o cereal do vizinho país em detrimento de investimentos na produção local. Isso não significa que a produção brasileira desapareça, no entanto demonstra que em condições normais de oferta e demanda mundial, e particularmente no interior do Mercosul, o produto argentino estará sempre em melhor posição do que o produto nacional, fato que impede o Brasil de alcançar a auto-suficiência (BRUM et al., 2005).

Para muitos, o que precisa ser esclarecido é até que ponto as dificuldades da comercialização do trigo nacional decorrem da facilidade de importação do trigo do exterior (FGV/IPEA, 1998). Para outros, o futuro da triticultura nacional está ameaçado e dificilmente chegaremos à auto-suficiência, pois os produtores brasileiros não possuem vantagens comparativas e competitivas suficientes diante de seus rivais argentinos (BRUM; MULLER, 2008).

2.2.1 Botânica e Fisiologia

O trigo pertence à família das gramíneas – Poaceae, tribo Triticeae (Hordeae), sub-tribo Triticinae e gênero *Triticum*. Compreende quinze espécies que são reunidas em três grupos (MORAES FERNANDES et al., 1999). O trigo diplóide possui diferentes genomas (A, B, D, G), que contribuíram para o desenvolvimento dos demais. Os tipos tetraplóides (AABB) são originários do cruzamento natural de duas espécies diplóides e, são cultivados principalmente em regiões da Europa e EUA, pois necessitam de grande quantidade de frio para se desenvolverem. O trigo hexaplóide (AABBDD) apresenta três genomas que no processo de evolução envolveram três espécies diferentes formando hoje a espécie *Triticum aestivum* L. e, seus genes de qualidade de panificação são provenientes da espécie *Aegilops squarosa* de genoma DD (MORAES FERNANDES et al., 1999; FORNASIERI FILHO, 2008).

A planta de trigo adulta consiste de um colmo principal com uma espiga, entrenós, folhas raízes e perfilhos. Cada perfilho por sua vez, também é composto por uma espiga, entrenós e nós, folhas, raízes e subperfilhos (FORNASIERI FILHO, 2008). Tem duas formações de raízes: as primárias ou temporárias, que são as primeiras a surgir e geralmente não apresentam ramificações; e as permanentes, que surgem depois, nos primeiros nós dos colmos, ramificando-se muito e aprofundando-se no solo. As folhas são alternadas, longas e finas. Já as flores surgem na extremidade do colmo, presas a um eixo principal chamado raque (CASTRO; KLUGE, 1999).

O ciclo do crescimento da planta de trigo pode ser descrito com base nas seguintes etapas: germinação, estabelecimento de plântula e produção de folhas; perfilhamento e diferenciação da espiga; emergência da espiga e florescimento; enchimento do grão e maturidade (FORNASIERI FILHO, 2008). Contudo, o período de tempo de cada fase de desenvolvimento da planta de trigo depende, essencialmente, do genótipo, temperatura, duração do dia e época de semeadura (ACEVEDO et al., 2002).

Quando a emergência da cultura ocorre, quase metade dos primórdios foliares já estão iniciados (HAY; KIRBY, 1991). Durante a germinação, as raízes primárias crescem em primeiro lugar, seguido pelo coleótilo, que protege o aparecimento da primeira folha (FORNASIERI FILHO, 2008).

A duração da fase vegetativa em trigo pode variar de 60 a 150 dias, dependendo da época de semeadura e genótipo. Essa fase depende da taxa de aparecimento de

folhas e quando ocorre a diferenciação floral, que são induzidos pelo fotoperíodo e vernalização (ACEVEDO et al., 2002).

O perfilhamento, característico em plantas de trigo, é o processo fisiológico que possibilita à planta compensar uma reduzida população inicial de plantas no campo ou tirar vantagem das boas condições de cultivo (FORNASIERI FILHO, 2008). Os Perfilhos de trigo crescem a partir das axilas das folhas principais. O número potencial de perfilhos varia de acordo com o genótipo cultivado (ACEVEDO et al., 2002).

A emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são importantes para muitas *Poaceas*, pois estas estruturas fazem parte dos componentes do rendimento e funcionam como supridoras de assimilados ao colmo principal (ALMEIDA, 1998; VALÉRIO et al., 2008). Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo, no Brasil, tem sido atribuído à pequena participação de afilhos férteis na formação do rendimento final (MUNDSTOCK, 1999).

Pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas na semeadura (ZAGONEL et al., 2002). Contudo, nem todos os perfilhos produzem espigas de trigo, e muitos perfilhos abortam antes da antese (GALLAGHER; BISCOE, 1978).

A maximização do rendimento de grãos em relação à densidade de semeadura está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir afilhos férteis, o que também influencia, de forma direta, o número de espigas produzidas por unidade de área (OZTURK et al., 2006). Neste contexto, Valério et al. (2008) observaram que genótipos de trigo com reduzido potencial de afilhamento são mais dependentes da densidade de semeadura. Esses genótipos apresentam menor efeito compensatório do número de espigas por unidade de área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta (SCHEEREN et al., 1995; MOTZO et al., 2004).

Com a alongação contínua do colmo, a espiga é impulsionada para fora da bainha da folha bandeira, do estágio denominado espigamento. Alguns dias após esse estágio, o florescimento, ou seja, a autofecundação das flores, se inicia na espiga, começando primeiro com as flores das espiguetas centrais (FORNASIERI FILHO, 2008).

O grão de trigo mede de 3 a 6 mm de comprimento e divide-se em três partes principais: embrião (germe), pericarpo e endosperma (CASTRO; KLUGE, 1999). Proporcionalmente, o endosperma corresponde de 80 a 85%, o pericarpo de 14 a 18% e o embrião de 2 a 3 % da massa seca total da cariopse. A superfície da semente é lisa, exceto no final estigmático, onde há um tufo de cabelos persistentes (FORNASIERI FILHO, 2008).

A composição química da semente de trigo consiste em 10 a 12% de proteína (podendo alcançar até 16%), 72 a 75% de amido e 2 a 5% de lipídeos. O ambiente em que a semente é produzida afeta sua constituição química e esta associada diretamente à temperatura do local. A região geográfica também influencia a qualidade fisiológica da semente produzida. Sementes que se desenvolvem em locais com temperatura mais baixa possuem, geralmente, melhor qualidade fisiológica. O menor conteúdo protéico das sementes produzidas em ambientes frios, determina menor suscetibilidade de danos mecânicos, térmicos e um melhor potencial de armazenamento (BEVILAQUA; EICHELBERGER, 2004).

2.2.2 Exigências Climáticas

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são fenômenos complexos, pois envolvem o efeito de fatores externos nos processos fisiológicos, inter-relações entre diferentes processos planta-ambiente e sua dependência dos fatores internos determinados pela constituição genética da planta (FORNASIERI FILHO, 2008).

Apesar da plasticidade apresentada pelo trigo, em termos das características climáticas das diferentes regiões de cultivo no mundo, essa cultura tem o seu rendimento e até mesmo a sua viabilidade econômica fortemente influenciados pelas condições de clima. Esse aspecto é, particularmente, importante no Brasil, onde a cultura de trigo se estende em uma ampla região, abrangendo zonas temperadas, subtropicais e tropicais (CUNHA et al., 2001).

Segundo Mota (1989), os principais problemas climáticos para o trigo no Brasil são: excesso de umidade relativa em setembro/outubro, geada no espigamento, chuva na colheita e granizo (na região temperada); umidade relativa elevada, geada e seca no espigamento, bem como chuva na colheita (na região subtropical); umidade relativa elevada no verão e temperatura do ar elevada durante o período de enchimento de grãos (na região tropical).

O ambiente, principalmente o clima, não influencia apenas o rendimento físico da cultura de trigo, mas também as suas características de qualidade industrial (CUNHA et al., 2001).

O potencial de produtividade de grãos pode ser maximizado pela escolha adequada da época de semeadura, sem que se onere o custo de produção. Essa prática de manejo é considerada uma das mais importantes, pois são alteradas as relações hídricas, temperatura e a radiação solar disponíveis à cultura ao longo de seu ciclo (SUBEDI et al.,

2007). O manejo da época de semeadura em trigo possibilita incremento na produtividade de grãos entre 10 e 80% (BRUNETTA et al., 1997; BASSOI et al., 2005; COVENTRY et al., 2011).

2.2.2.1 Temperatura

As principais variáveis do ambiente que afetam o desenvolvimento do trigo são temperatura e fotoperíodo (RIBEIRO et al., 2009). A temperatura ideal para a cultura está em torno de 20°C, entretanto, o perfilhamento é favorecido por temperaturas menores e o desenvolvimento da parte aérea por temperaturas maiores, de até 25°C (FRONZA et al., 2007).

O trigo é uma espécie originária de clima frio, e por esta razão seu desempenho produtivo é melhor em regiões com temperaturas mais amenas (OLIVEIRA et al., 2011). É favorecido por baixas temperaturas durante o perfilhamento, sendo as geadas favoráveis no início do seu desenvolvimento, pois param o crescimento em favor do incremento do sistema radicular (FORNASIERI FILHO, 2008).

A temperatura afeta a velocidade de absorção de água e a velocidade dos processos metabólicos da semente. Para a germinação da semente, há uma faixa de temperatura mínima, uma ideal e uma máxima, que, para o trigo, são de ordem de 3 a 5°C, 15 a 31°C e 30 a 43°C, respectivamente. Na faixa ideal, os processos metabólicos de catabolismo e de síntese são otimizados. Abaixo e acima dos valores mínimos e máximos, o processo germinativo é paralisado (BEVILAQUA; EICHELBERGER, 2004).

O trigo é especialmente sensível a altas temperaturas durante a emergência e o perfilhamento, durante a conversão do desenvolvimento vegetativo para o reprodutivo, na alongação do colmo, no espigamento e no florescimento (FORNASIERI FILHO, 2008). Temperaturas elevada do solo, após a emergência, podem causar prejuízos ao crescimento potencial da plantas, tais como parada de crescimento radicular, atraso no início do perfilhamento e lesões nas plantas (CASTRO; KLUGE, 1999).

Quando plântulas de trigo são submetidas a altas temperaturas, a eficiência do uso dos carboidratos armazenados está relacionado à tolerância ao calor de cada genótipo, eficiência essa traduzida pelo menor consumo de carboidratos no processo respiratório, proporcionando maior acúmulo de massa seca na plântula (BLUM; SINMENA, 1994).

Entretanto é durante o espigamento e, especialmente, durante a antese que a planta de trigo é mais suscetível aos danos por temperaturas elevadas. A exposição a uma

temperatura de 30°C durante três dias antes da antese resulta em uma redução de 80% na fertilidade das espiguetas (FORNASIERI FILHO, 2008). A temperatura ótima para a fertilização ocorre entre 18 a 24°C (FRONZA et al., 2007).

Cargnin et al. (2006) concluíram que altas temperaturas na fase de germinação ocasionam redução da massa seca de plântula e da eficiência do uso do endosperma. Segundo Fronza, et al (2007) temperaturas muito elevadas, superiores a 30°C, e umidade relativa do ar baixa, menor que 40%, na fase de meiose até a floração provocam inviabilidade dos grãos de pólen.

Segundo Fokar et al. (1998), temperatura alta pode ser o maior fator de estresse ambiental limitante da produtividade de trigo, sendo a tolerância ao calor um importante objetivo nos programas de melhoramento.

O trigo desenvolveu um mecanismo como estratégia de proteção contra o efeito danoso das baixas temperaturas, a vernalização (ALBERTO et al., 2009). A resposta à vernalização, depende de variáveis como: temperatura vernalizante, duração do período de vernalização, genótipo e estágio de desenvolvimento da planta. As plantas de trigo respondem à vernalização— especialmente pela diminuição do tempo para atingir o florescimento, com a redução do número de primórdios foliares e, por consequência, com a redução do número final de folhas (SLAFER; RAWSON, 1994).

A semeadura de cereais de estação fria em períodos de temperaturas mais baixas, nos quais o desenvolvimento inicial das plantas é lento, diminui o efeito de dominância apical pela melhor distribuição de fotoassimilados e de hormônios na planta, fomentando a formação de ramos laterais (MUNDSTOCK, 1999). O perfilhamento é uma característica importante e desejável para os cereais de estação fria nas condições climáticas do sul do Brasil. Isso se deve às variações ambientais nas quais essas culturas são cultivadas, exigindo das cultivares grande plasticidade fenotípica para responder às mudanças do ambiente (SANGOI, et al., 2012).

Embora baixas temperaturas, em determinados momentos, sejam desejáveis, o trigo é sensível às geadas, cujos danos tomam diferentes formas, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e da temperatura registrada. Além da queima de folhas e estrangulamento de colmos, o mais grave dano que a geada pode causar ao trigo é atingir os primórdios frutíferos, impedindo a formação de grãos (CASTRO; KLUGE, 1999).

Estudos realizados por Cromey et al. (1998) sobre os efeitos da geada no enchimento de grãos de trigo revelaram perdas de rendimento de grãos globais entre 13 e 33%. Whaley et al. (2004) verificaram a campo danos nos internódios das espiguetas, sendo

que, espigas com falhas na região central são indicativas de incidência de geadas no início da antese.

2.2.2.2 Água

O potencial máximo de produção somente será alcançado quando houver um suprimento de água satisfatório durante o ciclo da cultura, devido ao efeito da água nos tecidos das plantas sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção. Eventos que prejudiquem a satisfação da demanda de água levam a planta a se adaptar (folhas menores, perfilhos abortados, poucas espiguetas, poucas flores na espiga) ou fechar os estômatos, reduzindo a perda de água por transpiração, e consequentemente reduzindo a fotossíntese (FORNASIERI FILHO, 2008).

De maneira geral, a quantidade de água necessária durante todo o ciclo da cultura do trigo varia entre 400 e 500 mm (FRONZA et al., 2007). O déficit hídrico provoca uma redução na capacidade fotossintética, devido ao aumento da resistência mesofilica à passagem de CO₂ da atmosfera para os sítios de carboxilação e, também, em virtude do fechamento de estômatos, causado pela perda da turgescência das células guarda, gerada pelo aumento da concentração de ácido abscísico (CASTRO; KLUGE, 1999).

O nível de deficiência hídrica reduz o crescimento e difere entre espécies e dentro da espécie, dependendo da cultivar, uma vez que as características de crescimento e desenvolvimento podem ser diferentes (RODRIGUES et al., 1997). Para o trigo, Slatyer (1969) destacou três períodos críticos, onde o falta de água tem maior efeito na produção: iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência, antese e fertilização, e formação dos grãos.

Rodrigues et al. (1997) concluíram que dentre os componentes de rendimento, o número de grãos por espiga é o mais associado à redução do rendimento de grãos sob efeito da deficiência hídrica. Para o rendimento de grãos, o estágio mais sensível à deficiência hídrica é quando a planta emite a folha-bandeira, seguido do estágio de antese.

Moreira et al. (1999) concluíram que o estresse hídrico, quando aplicado durante o enchimento de grãos, reduz o índice de colheita (IC) em 19,1% em relação à testemunha. O IC foi reduzido em menor intensidade quando o estresse hídrico foi aplicado nas fases de espigamento (7,6%), e maturação (7,9%).

Já o excesso de chuva na fase de granação determina a quebra física da produção, a diminuição do peso hectolitro e prejuízos no aspecto do grão. Em locais com

latitudes maiores, pode ainda causar doenças e possibilitar a germinação de vários fungos sobre a planta (FORNASIERI FILHO, 2008).

2.2.2.3 Radiação solar

A produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese (HEINEMANN et al., 2006).

A interceptação da radiação solar pela planta de trigo depende do tamanho, da forma, do ângulo e da orientação azimutal das folhas. A radiação durante o alongamento do caule determina o número de espigas por planta e o desenvolvimento das espiguetas (LAZZAROTTO, 1992).

Segundo Fornasieri Filho (2008) a estrutura do dossel tem grande efeito nesse processo. Durante o estágio de plântula, a fotossíntese é limitada pela habilidade da planta em interceptar a radiação contida na faixa espectral compreendida entre 400 e 700 nm. Com o decorrer do desenvolvimento da cultura, o IAF (índice de área foliar) aumenta até alcançar valor máximo e, assim, maximiza a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa.

Alguns fatores podem contribuir com a diminuição no uso da radiação solar. Caviglia e Sadras (2001) verificaram, em trigo, que a deficiência de nitrogênio reduziu a interceptação da luz devido à redução no índice de área foliar, parcialmente associada à redução no perfilhamento, causando redução na eficiência de uso da radiação solar.

Moreira et al. (1999) concluíram que a eficiência do uso da radiação para a produção de fitomassa foi afetada quando houve estresse hídrico na fase de perfilhamento e espigamento, com redução de 22,8 e 15,4%, respectivamente, em relação a testemunha.

2.2.2.4 Fotoperíodo

Castro e Kluge (1999) relatam que o trigo é cultivado em latitudes relativamente baixas (30°), com cultivos que passam seu desenvolvimento vegetativo no frio, sob dias curtos (10 a 11h) em baixa intensidade luminosa. Trigos de primavera, de maiores altitudes, como do norte europeu ou Canadá, mostram resposta pronunciada a dias longos. Em

altitudes menores, muitos cultivares são menos atrasados em seu florescimento por dias curtos.

O trigo pode responder ao fotoperíodo, entre a emergência e o final da fase reprodutiva (RIBEIRO et al., 2009). O fotoperíodo é detectado por folhas maduras e não por meristemas apicais (BARCELLO et al., 1992; BERNIER et al., 1993). Uma única folha é geralmente suficiente para sentir o fotoperíodo para dar início a indução floral (ACEVEDO et al., 2002).

Ao avaliar o impacto do fotoperíodo estendido, durante a alongação do colmo em trigo, Serrago et al. (2008) constataram que o número de flores férteis é mediado pelo suprimento de assimilados, disponibilizado para o desenvolvimento das flores. Ribeiro et al. (2009) concluiu que o fotoperíodo influenciou a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo do trigo, para todos os genótipos avaliados.

O desenvolvimento da inflorescência após a indução ocorre a uma velocidade que também é dependente de duração do dia nos genótipos sensíveis ao fotoperíodo (STEFANY, 1993). O dia mais curto, que acarreta em prolongamento das fases de desenvolvimento até a formação das espiguetas, aumenta o número de espiguetas por espiga (ACEVEDO et al., 2002).

A sensibilidade ao fotoperíodo parece dar-se de forma relativamente independente nas diferentes fases de desenvolvimento, e cada genótipo responde de modo diferente ao comprimento do dia (RIBEIRO et al., 2009).

2.3 NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é considerado um elemento essencial para as plantas, por fazer parte das moléculas de clorofila, aminoácidos, DNA, citocromos e de todas as enzimas e coenzimas (MARIOT et al., 2003). É um dos nutrientes mais exigidos pelo milho e pelo trigo, e um dos elementos mais abundantes na natureza, porém, na forma de N_2 , encontrado na atmosfera, que não está prontamente disponível às plantas. O maior reservatório de N nos solos está ligado à cadeia carbônica da matéria orgânica, também em formas não diretamente disponíveis para as plantas (TEIXEIRA FILHO, 2008).

Geralmente menos de 5 % do N total está em formas inorgânicas como íon amônio (NH_4^+) e o íon nitrato (NO_3^-) (SÁ, 1996). De acordo com Malavolta (2006), o teor de N total da camada de 0-0,20 m dos solos brasileiros cultivados, varia de 0,05 a 0,5% de N, o que equivale de 1.000 a 10.000 kg ha⁻¹.

Embora sua importância biológica, o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003).

O nitrogênio é um elemento muito dinâmico no solo, pois sofre diversos processos que modificam sua forma, entre os quais estão os processos microbianos de mineralização, imobilização e desnitrificação. O estoque desse nutriente no solo é o resultado do balanço entre a mineralização e a imobilização, ou seja, quando a mineralização é maior do que a imobilização, vai ocorrer um aumento líquido do N mineral no solo, do contrário ocorre uma redução (WENDLING, 2005).

Os fertilizantes nitrogenados são produzidos principalmente a partir de combustíveis fósseis e N_2 , não renováveis e, quando utilizados em quantidades excessivas ou situações desfavoráveis, podem ser perdidos e, eventualmente convertem-se em poluentes ambientais (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

O manejo e recomendação da adubação nitrogenada são tidos como um dos mais difíceis, devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas, dependência das condições edafoclimáticas, vulnerabilidade a perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e erosão, além dos processos de imobilização biológica (MEIRE, 2006). A perda do nitrogênio pode ocorrer quando o solo apresenta pH alcalino, baixa capacidade de troca de cátions, baixa capacidade tampão do hidrogênio, alta temperatura, baixa umidade e altas doses de nitrogênio, ou pela ação conjunta de dois ou mais destes fatores (OLIVEIRA; BALBINO, 1995).

Na lixiviação, as perdas ocorrem na forma de nitrato, pois este íon não forma ligações fortes com as cargas permanentes do solo suficientes para reter o nitrato nas camadas de exploração radicular (PAVINATO et al., 2008).

A dinâmica do N no sistema solo-planta, com a consequente eficiência da utilização de N pela planta, é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (AMADO et al., 2002; FIGUEIREDO et al., 2005). Para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado é importante determinar as épocas em que esse nutriente é mais exigido pelas plantas, permitindo assim, corrigir as deficiências que possam ocorrer no desenvolvimento da cultura (MAR et al., 2003).

As fontes de nitrogênio para as culturas podem ser tanto na forma nítrica ($NaNO_3$, KNO_3), amoniacal $[(NH_4)_2SO_4]$, nítrico-amoniacal (NH_4NO_3) e amídica (ureia)

(MIELNICZUK, 1982). Entre essas, a uréia é a mais utilizada na agricultura brasileira, sendo a mais concentrada (45% de N) e conseqüentemente de menor custo (YANO et al., 2005).

Dentre as fontes nitrogenadas, a ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) que é um fertilizante sólido, na forma de grânulos brancos destaca-se por apresentar elevada concentração de N (~45% de N), alta solubilidade, baixa corrosividade e menor relação custo por unidade do nutriente. Além disso, por ser um fertilizante altamente concentrado, torna-se mais barato o transporte, o armazenamento e a aplicação. Entretanto, um dos inconvenientes da ureia é a perda do N, pela hidrólise da mesma e a volatilização da amônia, principalmente em solos úmidos e bem intemperizados (COSTA et al., 2004).

No Brasil, a uréia e o sulfato de amônio constituem as principais fontes de N. A uréia, representando cerca de 50% do mercado, quando aplicada ao solo, sofre, inicialmente, hidrólise, produzindo amônia e gás carbônico, numa reação mediada pela urease. Essa reação inicial da uréia apresenta importantes aspectos, entre os quais a elevação do pH do solo, para a faixa de 8 a 9, nas imediações do grânulo desse fertilizante (SILVA; VALE, 2000).

A ureia eleva o pH do solo inicialmente devido á sua hidrólise, favorecendo a transformação de amônio e amônia, que é um gás e pode se perder na atmosfera. Essa reação não ocorre quando a fonte de N é o sulfato de amônio, pois sua aplicação diminui o pH do solo ao redor dos grânulos (SILVA; VALE, 2000; VITTI et al., 2002).

Por sua vez, o sulfato de amônio, que representa cerca de 25% do mercado, quando aplicado ao solo, por dissolução, produz diretamente íons amônio. Uma vez presente no solo, o amônio pode ser oxidado a nitrato, numa reação mediada por bactérias autotróficas e denominada nitrificação (SLVA; VALE, 2000).

O sulfato de amônio, fertilizante utilizado como fonte de nitrogênio e de enxofre, não sofre volatilização de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) quando o pH é inferior a 7, mesmo sendo aplicado sobre restos de cultura (VOLK, 1959). Considerando tal característica do sulfato de amônio, verificou-se que a recuperação de nitrogênio é mais eficiente quando a aplicação de uréia é realizada em mistura com sulfato de amônio no mesmo grânulo (VILLAS BÔAS, 1995).

O N pode ser aplicado ao solo por diferentes métodos. Os mais usados são a aplicação a lanço na superfície do solo e a incorporação em linhas. Quando a fonte de N é ureia e não ocorrer chuva nos primeiros dias após a aplicação em cobertura, a incorporação ao solo pode ser importante, pois pode ocorrer formação de amônia e sua liberação para a atmosfera (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

2.3.1 Nitrogênio na Cultura do Milho

O milho é uma cultura que necessita grandes quantidades de nitrogênio (N) quando se deseja produtividades elevadas e, usualmente requer o uso de adubação nitrogenada de semeadura e em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo (CRUZ et al., 2008). É um dos principais nutrientes para praticamente todas as culturas e, para o milho ele desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos (PAVINATO et al., 2008), aumenta o peso da espiga e a porcentagem de óleo, além de estar associado ao crescimento vegetativo e participar de mecanismos da fotossíntese (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

Para Santos e Pereira (1994), plantas com maior adubação de N resultaram em maior crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente maior índice de área foliar, conferindo maior síntese de carboidratos pela fotossíntese.

As plantas de milho com sintomas de deficiência de nitrogênio apresentam uma diminuição acentuada do porte e uma clorose generalizada. As folhas mais velhas adquirem um tom rosado, seguido de necrose (FERREIRA, 2012), além de formar espigas pequenas e, em alguns casos, morte prematura da planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

Para a produtividade de uma tonelada de grãos de milho, a planta necessita absorver aproximadamente 21 kg ha⁻¹ de nitrogênio (COELHO; FRANÇA, 1997), sendo que aproximadamente 75% da quantidade absorvida é exportada com o grão.

Amado (1997) encontrou uma relação de 0,9 a 1,2% de N no tecido das plantas de milho para obtenção da máxima produção de matéria seca. Dessa forma, são necessários de 18 a 24 kg ha⁻¹ de N por tonelada de grãos, pois para cada tonelada de grãos produzidos também é produzido em média uma tonelada de massa seca. Somando-se as duas partes, chega-se a um valor médio de 21 kg ha⁻¹ de N por tonelada de grãos de milho (WENDLING, 2005).

Alguns resultados de pesquisa têm demonstrado vantagens na aplicação de N em pré-semeadura do milho (SÁ, 1996). Outros demonstram a necessidade de aumento da dose de N, no momento da semeadura, para suprir a carência inicial em função da imobilização, e que parte seja fornecido em cobertura (BORTOLINI et al., 2002).

A forma de aplicação do N pode influenciar o seu aproveitamento pelo milho, e a aplicação da uréia a lanço sobre a superfície do solo, geralmente utilizada por grande parte dos produtores na região de cerrado, em virtude da facilidade de aplicação e do

rendimento operacional, pode resultar em grandes perdas de N por volatilização de amônia (CANTARELLA, 1993; LARA CABEZAS et al., 1997).

A utilização de fontes solúveis como a ureia provoca uma rápida resposta do milho, pois disponibilizam rapidamente o nutriente para ser absorvido pela planta (SILVA et al., 2012). Contudo, dados obtidos por Sangoi et al. (2009) demonstraram que a aplicação de altas doses de N na forma de Ureia são mais prejudiciais à germinação e ao crescimento inicial do milho quando comparado as doses aplicadas na forma de sulfato de amônio, principalmente em solos mais arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e menor poder tampão.

Lara Cabezas et al. (2000) observaram maiores perdas de NH_3 derivado da uréia quando ela foi aplicada na superfície do solo em comparação com a sua incorporação ao solo na cultura do milho. Os autores estimaram que pode haver redução no rendimento de grãos de milho devido à volatilização de N-NH_3 , na proporção de 10 kg ha^{-1} de grãos para cada 1% de N volatilizado.

O N, em função de suas transformações no solo, tem gerado muitas controvérsias e discussão com relação à sua época de aplicação, principalmente no milho, que é uma das culturas que apresenta maiores incrementos na produtividade em resposta à adubação nitrogenada (MEIRA et al., 2009).

A absorção de N ocorre durante todo o ciclo vegetativo do milho e, apesar de as exigências nutricionais serem menores nos estádios iniciais de crescimento, pesquisas indicam que altas concentrações de N na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (YAMADA, 1996; VARVEL et al., 1997).

No sistema plantio direto, recomenda-se aplicar entre 20 e $30 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na semeadura, quando esta for feita sobre resíduos de gramíneas e entre 10 e $15 \text{ kg de N ha}^{-1}$, quando a semeadura for sobre resíduos de leguminosas. Já com relação a aplicação em cobertura, bons resultados têm sido obtidos com a aplicação no estágio de 4 a 6 folhas em lavoura sob sistema plantio direto, especialmente nos primeiros anos de implantação do sistema e em solos com baixa disponibilidade de N (RODRIGUES et al., 2009).

Alguns resultados demonstram que a absorção de nitrogênio pelo milho é mais intensa no período entre 40 e 60 dias após a germinação, embora a planta absorva o elemento em todo o ciclo (VASCONCELLOS et al., 1998). Meira et al. (2009) concluíram que as maiores produtividades de grãos foram obtidas nos tratamentos que receberam as maiores doses de N, na forma de ureia, em cobertura.

Rodrigues et al. (2009), ainda aponta que o fracionamento da aplicação de N em cobertura é indicado quando a dose é elevada. Segundo esses autores em pesquisas sobre Argissolo Vermelho distrófico típico, foi observado que, em áreas com boa fertilidade e com sistema de semeadura direta bem estabelecido (mais de dez anos), o parcelamento da dose de nitrogênio em cobertura não se mostra como estratégia eficiente para incrementar o rendimento de grãos de milho, mesmo em condições de elevada precipitação e com a aplicação de doses altas do nutriente.

No estágio de quatro a seis folhas, ocorrem as diferenciações das várias partes da planta e a definição de sua produção potencial. Os componentes da produção, como número de fileiras de grãos por espiga e tamanho da espiga é definida nos estádios de quatro a seis folhas, necessitando nessa época de um suprimento adequado de N. Assim, a ocorrência de deficiência de N nesta fase reduz o número de óvulos nos primórdios da espiga (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

Análises com adubação nitrogenada em milho mostraram efeito positivo sobre a produtividade, no índice de área foliar, na massa de 100 sementes, no número de sementes/espigas, na altura da planta, bem como no rendimento de biomassa e índice de colheita (ULGER et al., 1995). Fernandes et al. (2005) finda que a máxima produtividade foi alcançada com a estimativa de 110 kg ha^{-1} , com a produtividade de 6.000 kg ha^{-1} de grãos. Os autores relatam ainda, que todas as doses ($30, 90$ e 180 kg ha^{-1}) influenciaram positivamente a massa e a produtividade de grãos quando comparado à testemunha, sem adubação nitrogenada.

2.3.2 Nitrogênio na Cultura do Trigo

O N é o elemento mais exigido pela cultura do trigo, onde sua dinâmica no solo é complexa, podendo ser perdido por lixiviação e por volatilização. Também, as doses aplicadas, quando em menores quantidades para a boa nutrição da planta, não permitem que a cultura explore a sua potencialidade. Por outro lado, se aplicadas doses excessivas, a planta pode ter um vigoroso desenvolvimento, podendo aumentar o grau de acamamento (TEIXEIRA FILHO et al., 2008).

Na colheita, as plantas acamadas estão mais suscetíveis a doenças e germinação dos grãos da espiga, têm qualidade dos grãos diminuída, além de as espigas não serem alcançadas pela barra de corte das colhedoras, resultando em perdas de produtividade e qualidade do produto colhido (RODRIGUES et al., 2003; ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

A época correta de aplicação do nitrogênio é fundamental para incrementar o rendimento de grãos em trigo, pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA et al., 2005). A aplicação de nitrogênio no momento adequado pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio pelo trigo, incrementando o número de grãos por espiga e o número de espigas por área. Além dos aspectos agronômicos, a fertilização em época apropriada pode reduzir os riscos de poluição das águas subterrâneas ocasionados pelo acúmulo de nitrato (MAHLER et al., 1994).

A adubação nitrogenada do trigo deverá ser parcelada aplicando-se parte na semeadura ($10 - 50 \text{ Kg ha}^{-1}$) e o restante na cobertura ($30 - 90 \text{ Kg ha}^{-1}$), dependendo da cultura cultivada anteriormente na área (COODETEC, 2010). Em média, são usados de 30 a 60 kg ha^{-1} de nitrogênio aplicado em cobertura até o perfilhamento (OLIVEIRA, 2003), sendo as menores doses recomendadas para as cultivares de porte alto e/ou para solos de alta fertilidade (SILVA; GOTTO, 1990). Para cultivares de porte médio/baixo recomenda-se 90 a 100 kg ha^{-1} do nutriente e para cultivares de porte alto e/ou com suscetibilidade ao acamamento, de 50 a 60 kg ha^{-1} de nitrogênio (PAULETTI; COSTA, 2002).

A adubação nitrogenada em trigo é realizada em duas etapas: por ocasião da semeadura e, no início do estágio de perfilhamento, antes do início do processo de diferenciação floral (cerca de 15 dias após a emergência) (ESPINDULA et al., 2010). O aumento da dose de N no sulco é sugerido, pois os resultados de pesquisas indicam que a aplicação do nitrogênio deve ser realizada nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, já a adubação de cobertura deverá ser feita no perfilhamento, a lanço (COODETEC, 2010; SANTI et al., 2009).

A eficiência e a resposta dos genótipos de trigo ao N aplicado, em relação a rendimento e qualidade de grãos, depende da disponibilidade de água, da dose de N aplicada, do genótipo, da cultura anterior, do tipo de solo, da região, entre outros fatores (CAZETTA et al., 2007). ZAGONEL et al. (2002), avaliando doses de N e densidades de plantas, com e sem regulador de crescimento, em trigo cultivar OR-1, observaram que, com o aumento da dose de N (0; 45; 90 e 135 kg ha^{-1}), independentemente da utilização do regulador de crescimento, ocorreu um aumento do número de espigas por área e no rendimento de grãos.

Teixeira Filho et al. (2007), estudando a resposta de quatro cultivares de trigo (IAC 24, IAC 364, IAC 370 e IAC 373) irrigados por aspersão, na região do cerrado, com diferentes doses de N (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha^{-1}), aplicados na forma de ureia em cobertura, verificaram que as doses de N influenciaram significativamente e de forma

quadrática na produtividade de grãos, na massa de 100 grãos, no teor de N foliar, no número de espigas por metro, no comprimento de espigas e no número de espiguetas por espiga.

Alguns estudos indicam que o parcelamento da adubação nitrogenada resulta em maior recuperação do nutriente pela cultura e maior produtividade, quando comparados com a aplicação única (WAMSER; MUNDSTOCK, 2007, MEGDA et al., 2009).

Freitas et al. (1995) verificaram aumento crescente da produtividade com o aumento da dose de nitrogênio de 0 até 120 kg ha⁻¹ para a média de oito cultivares, o que confirma o potencial do trigo em resposta à doses de nitrogênio. Benett et al. (2011) concluíram que a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura influenciou positivamente nas características produtivas da cultura do trigo.

As exigências por N nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, apesar de serem pequenas, são importantes para promover um rápido desenvolvimento inicial e definir a produção potencial dessas culturas (FANCELLI; DOURADO NETO, 1996).

Das Ros e colaboradores (2003) concluíram que o parcelamento da adubação nitrogenada, parte na semeadura e o restante em cobertura, aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios de maior demanda deste nutriente pelas culturas de milho e trigo e que a antecipação da adubação nitrogenada para a pré-semeadura aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas.

O período crítico de suprimento de N em trigo vai da emergência até a emissão da 7ª folha. Nos estádios iniciais deste período, o N é necessário para potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e, em consequência, o número de grãos por espigas, enquanto, nos estádios finais do período, o N é crítico para determinar o número de colmos por área (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001).

Estudos realizados por Sangoi et al. (2007) com o objetivo de estudar o efeito da época de realização da adubação nitrogenada de cobertura, mostraram que a aplicação precoce de nitrogênio em cobertura, propiciou a obtenção de maior produtividade de trigo e maior participação dos afilhos no rendimento de grãos, independentemente das características genéticas, morfológicas e fenológicas da cultivar.

Conforme Zagonel et al. (2002), a utilização de elevadas doses de nitrogênio é fator positivo para o aumento da produtividade do trigo, porém, pode resultar no acamamento da cultura, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos.

Trindade et al. (2006), testando doses de nitrogênio, observaram valores de massa hectolétrica decrescentes, conforme se aumentava a dose de N de maneira excessiva, de

0 a 200 kg ha⁻¹. Também Frizzone et al. (1996) observaram redução na massa hectolétrica com o aumento da adubação nitrogenada.

A deficiência de N manifesta-se, no campo, com a cultura em crescimento intenso, por redução no perfilhamento, coloração verde-pálida das folhas novas e distúrbios na divisão e no crescimento normal das células. Persistindo a carência, a clorose vai atingindo as folhas menos velhas, podendo alcançar, em casos extremos, toda a planta (FORNASIERI FILHO, 2008). A deficiência de nitrogênio pode reduzir a evapotranspiração e a eficiência do uso da água na cultura do trigo (NIELSEN; HALVORSON, 1991) e, também, afetar a interceptação da radiação, diminuindo a eficiência do uso da radiação (ABBATE et al., 1995).

Segundo Carvalho et al. (2003), a carência de nitrogênio é observada em quase todos os solos, constituindo o critério de identificação da deficiência no aparecimento de uma clorose generalizada das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas, que está relacionada com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila.

2.4 AMINOÁCIDOS NA AGRICULTURA

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil, devido ao seu menor custo, porém, apresenta uma séria limitação, quando aplicada na superfície do solo, devido às chances de perdas por volatilização de NH₃ (VALDERRAMA et al., 2011), além de poluir o meio ambiente, já que é produzido a partir de combustíveis fósseis. Deste modo, o emprego de fontes alternativas para complementar a quantidade necessária de N às plantas - através da utilização de resíduos agroindustriais - é uma forma de diminuir os gastos com adubação e de atenuar a poluição do ambiente.

Sabe-se que o lugar da adubação foliar na prática agrícola é de complemento à adubação feita no solo, no que diz respeito ao fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio para as culturas. Deste modo, a incorporação de N via adubação foliar com aminoácidos pode suplementar o fornecimento via solo em determinados estágios de crescimento. O uso de fertilização direta nas plantas, com aminoácidos livres, evita a transformação química do nitrogênio nítrico e amoniacal, em aminoácidos, havendo rápida incorporação ao metabolismo como se fossem sintetizados pela planta, contribuindo para o processo de desenvolvimento e crescimento (LIMA et al., 2009; RAVEN et al., 2001).

O uso de biofertilizantes tem sido testado com algum sucesso, pois reduz o uso de fertilizantes minerais diminuindo custos e proporcionando aumento na produtividade

das lavouras, principalmente se as pulverizações forem associadas a defensivos (MEDEIROS; LOPES, 2006).

Embora não se tenham muitos dados sobre a absorção de aminoácidos via foliar, Castro (2009) relata a importância destes na absorção e transporte dos nutrientes minerais através da membrana celular, visto que, as formulações organominerais, nas quais os nutrientes estão ligados a compostos orgânicos, tais como aminoácidos e proteínas de origem vegetal e, representam a última geração de fertilizantes foliares no mercado.

Há cerca de 30 anos os aminoácidos começaram a ser usados no sistema produtivo agrícola como alternativa, em determinadas situações, como um importante recurso para o aumento das produções (BRANDÃO, 2007).

Os aminoácidos são sintetizados pelas plantas para suprir as suas necessidades estruturais e também para outras finalidades como a síntese de vitaminas, de enzimas, de hormônios e de clorofila. As plantas conseguem absorver os aminoácidos tanto pelas folhas como pelas suas raízes, o que permite valer-se de aplicações foliares ou via irrigação, de tais substâncias, que propiciam, ao vegetal, desenvolvimento rápido e com menor consumo energético (CAÇO, 2012).

De acordo com Castro et al. (2008), os aminoácidos são moléculas de características estruturais em comum, constituídos de um carbono central, ligado a um grupamento carboxila (COOH), um grupamento amino (NH₂) e um átomo de hidrogênio. Além destas três estruturas, os aminoácidos apresentam um radical conhecido genericamente por “R”, que diferencia os mesmos. Raven et al. (2001) ainda complementa que os aminoácidos são agrupados de acordo com sua polaridade e carga elétrica, que são importantes na determinação das propriedades dos vários aminoácidos e, em particular, das proteínas formadas de suas combinações. Ou seja, os aminoácidos são unidades orgânicas que formam as proteínas, os quais são constituídos por um grupo nitrogenado denominado de amina e um grupo de carbono denominado de carboxílico (FLOSS; FLOSS, 2007).

A importância dos aminoácidos nas plantas, assim como em todos os seres vivos, é indiscutível, pois estão envolvidos em grande parte do metabolismo primário e secundário, levando à síntese de vários compostos que influenciam na produção e qualidade dos frutos (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010).

Segundo Russo e Berlyn (1990) as principais funções dos aminoácidos são: a síntese de proteínas, compostos intermediários dos hormônios vegetais endógenos, efeito quelatizante em nutrientes e outros agroquímicos, maior resistência ao estresse hídrico e de alta temperatura e maior resistência ao ataque de doenças e pragas.

Os benefícios dos aminoácidos são devido às substâncias orgânicas presentes em sua constituição, que resultam em maior rendimento de grãos e melhor qualidade em diversas culturas. Além disso, proporcionam equilíbrio no metabolismo das plantas, melhora a fotossíntese e diminui a fitotoxicidade de alguns defensivos, regula atividade hormonal e proporciona maior tolerância ao estresse hídrico e geadas (BRANDÃO, 2007).

A aplicação de aminoácidos pode influenciar na eficiência da adubação nitrogenada. Essa influência ocorre, pois a regulação da absorção do N pelas raízes é explicada pela atividade proteolítica que libera aminoácidos nas folhas que, por sua vez, são translocados para os grãos (TRIBOI; TRIBOI-BLONDEL, 2002).

Os aminoácidos desempenham um papel importante no aumento da resistência das culturas ao estresse hídrico e salino, devido ao seu acúmulo no citoplasma, compensando a pressão osmótica exterior (BUHL; STEWART, 1983). O mesmo mecanismo é eficaz para a prevenção nas geadas, além de possibilitar à planta seguir sintetizando proteínas quando a atividade fotossintética fica diminuída pelas baixas temperaturas.

Pesquisas realizadas por Brandão (2007), com a cultura da cana-de-açúcar comprovam a eficiência dos aminoácidos sob enraizamento; mesmo quando aplicado somente nos toletes o resultado já foi superior ao tratamento testemunha. Porém a combinação da aplicação do aminoácido nos toletes e via foliar proporcionou os maiores incrementos na produtividade; quando comparado com a testemunha houve um aumento de produtividade de 17,28 t ha⁻¹, ou seja, um incremento de 15,5%.

Picolli et al. (2009) ao estudarem a aplicação de produtos a base de aminoácidos na cultura do trigo, concluíram que, esses produtos proporcionaram ganhos significativos em produtividade de grãos e também trouxeram benefícios a cultura em situações adversas do clima, como o déficit hídrico.

Contudo, dados sobre a eficiência desses produtos na cultura do milho e do trigo são muito escassos tornando-se necessários a realização de mais trabalhos científicos para suprir a deficiência de informações sobre o assunto, principalmente quando associados a adubação nitrogenada.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M.; ANDRADE, R. V. de; MAGALHÃES, J. R.; PARENTONI, S. N. A coleção nuclear de germoplasma de milho no Brasil. In: UDRY, C. V.;

DUARTE, W. **Uma história brasileira do milho** – o valor dos recursos genéticos. Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 65-78.

ABBATE, P.E.; ANDRADE, F.H.; CULOT, J.F. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.124, n.3, p.351-360, 1995.

ABITRIGO. **Associação Brasileira da Indústria de trigo**. Março de 2005. Disponível em <http://www.abitrigo.com.br/trigo.asp>. Acesso em 10 de julho de 2012.

ACEVEDO, E., HSIAO, T.C., HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth responses of maize boves to changes in water status. **Plant Physiology**, Baltimore: v.48, p.631- 636, 1971.

ACEVEDO, E.; SILVA, P.; SILVA, H. Wheat growth and physiology in: BREAD WHEAT Improvement and Production. B.C. Curtis S. Rajaram H. Gómez Macpherson (Eds). **FAO Plant Production and Protection Series. No 30**. Food and agriculture organization of the united nations Rome, 2002.

AGE/MAPA – **Projeções do Agronegócio**, 2011 a 2022. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)>. Acesso em 15 de out de 2012.

ALBERTO, C. M.; SRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ROSA, H. T. MENEZES, N. L. de; HELDWEIN, A. B. Modelagem do desenvolvimento de trigo considerando diferentes temperaturas cardinais e métodos de cálculo da função de resposta à temperatura. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.44, n.6, p.545-553, jun. 2009.

ALBUQUERQUE, T. C. S. de.; DANTAS, F. B. Aplicação foliar de aminoácidos e a qualidade das uvas da cv. Benitaka. Boa Vista: **Embrapa Roraima**, 2010. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Roraima, 23).

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; NAVA, I. C.; GALIO, J.; TRENTIN, P. C.; RAMPAZZO, C. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v.33, p. 189-194, 2003.

ALMEIDA, M.L. de. Modificação do afilhamento de trigo e aveia pela qualidade de luz. **Tese (Doutorado)** - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998. 121p.

ALVES, W. W. de A.; AZEVEDO, C. A. V. de; ALBUQUERQUE, J. H. de; OLIVEIRA, F. A. de. Água disponível no solo e adubação fosfatada: efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho. **Revista De Biologia E Ciências Da Terra**: V.9, N. 2 - 2º Semestre 2009.

AMADO, T.J.C. Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo. **Tese (Doutorado)** - Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 201p.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.

AMARAL FILHO, J. P. R. do, FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 29:467-473, 2005.

BARCELLO, J., NICOLAS, G., SABATER, B.; SÁNCHEZ, R. **Fisiologia Vegetal**. Madrid, E. Pirâmide, SA. 662p. 1992.

BASSOI, M.C.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; SCHEEREN, P.L.; CAETANO, V. da R.; TAVARES, L.C.V.; MIRANDA, L.C. Características e desempenho agrônômico no Paraná da cultivar de trigo BRS 220. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.193-196, 2005.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 829-838, jul/set. 2011.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F. *et al.* Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249. 2006.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.949-956, 2001.

BERNIER, G., HAVELANGE, A., HOUSA, C., PETITJEAN, A.; LEJEUNE, P. **Sinais fisiológicos que induzem a floração célula vegetal**, 5ed, 1993. P. 1147-1155.

BEVILAQUA, G. A. P.; EICHELBERGER, L. Germinação e dormência. In: CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. (ed). **Germinação e pré-colheita em trigo**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 1ed. 2004, p.137-180.

BISANG, R. **Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina**, Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento, 2001.

BLUM, A.; SINMENA, B. Wheat seed endosperm utilization under heat stress and its relation to thermotolerance in the autotrophic plant. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.37, n.3, p.185-191, 1994.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.361-366, 2002.

BRANDÃO, R.P. **Importância dos Aminoácidos na agricultura sustentável**. Informativo Bio Soja, São Joaquim da Barra, inf.5, p.6-8, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revistas Brasileira de Ciência do Solo**, Porto Alegre, v.25, n.2, p.317-323, abr./jun. 2001.

BRUM, A. L.; SILVA, V. K. da; MULLER, P. K. **O Trigo Brasileiro Diante da Concorrência Argentina: o Comércio Internacional e a Competitividade Pelo Custo de Produção.** Editora Unijuí, ano 3, n. 5. jan./jun., 2005 p. 135-150.

BRUM, A. L.; MÜLLER, P. K. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **Revista Economia e Sociologia Rural.** vol.46 no.1 Brasília Jan./Mar. 2008.

BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R. Trigo no Paraná: visão histórica, situação atual e perspectivas. In: CUNHA, G. R. (ed). **Trigo no Brasil: rumo ao século XXI.** Passo Fundo: Embrapa trigo, 2000. p129-136.

BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; FRANCO, F. de A.; BASSOI, M.C. **Cultivares de trigo do Paraná: rendimento, características agronômicas e qualidade industrial.** Londrina: Embrapa/CNPSO, 1997. 48p. (Embrapa/CNPSO. Circular técnica, 18).

BUHL, M.D.; STEWART, C.R. Effects of NaCl on proline synthesis and utilization in excised barley leaves. **Plant Physiology**, v.72, n. 3, p.664-667, 1983.

CAÇO, J. **Aminoácidos – nutrientes orgânicos.** Disponível em: <http://www.hubel.pt/hubel/Upload/Images/Artigos/HV_Aminoácidos>. Acesso em: 25 agosto de 2012.

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

CAIERÃO, E. **Cultivo de trigo.** Embrapa Trigo Sistemas de Produção, 4 ISSN 1809-2985 Versão Eletrônica Set/2009. Disponível em <<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/introducao.htm>>>. Acesso em 20 de maio de 2012.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H., eds. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.148-196.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (ed). **Milho - Nutrição e Adubação.** Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 36-55.

CANZIANI, J. R.; GUINARÃES, V. A. **O trigo no Brasil e no mundo: cadeia de produção, transformação e comercialização.** In: CUNHA, G. R. (ed). Oficina sobre trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2009. p29-72.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T. de; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo CERES-Maize. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p.291-300, maio/ago. 2004.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha Em londrina - pr, utilizando o modelo ceres-maize. **Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.291-300, maio/ago. 2004.

- CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. de; DIAS, D. C. F. dos S.; MACHADO, J. C.; MACHADO, C. G.; SOFIATTI, V. Tolerancia ao estresse de calor em genótipos de trigo na fase de germinação. **Bragantina**, Campinas, v.65, n.2, p.245-251, 2006.
- CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.445-450, 2003.
- CASTRO, P. R. C. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 42p.
- CASTRO, P. R. C.; SERCILOTO, C. M.; PEREIRA, M. A. RODRIGUES, J. L. M. **Utilização de dosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALG, DIBD, 2008. 71p. (Série Produtor Rural, 38).
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz, mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 129p.
- CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.69, n.3, p.259-266, 200
- CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O. Resposta de cultivares de trigo e triticale ao nitrogênio no sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.155 - 165, 2007.
- COELHO, A. M. & FRANÇA, G. E. **Seja doutor do seu milho**. Arquivo do agrônomo n° 2. Piracicaba, POTAFOS. 1995. 24p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2012**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2012.
- COVENTRY, D.R.; GUPTA, R.K.; YADAV, A.; POSWAL, R.S.; CHHOKAR, R.S.; SHARMA, R.K.; YADAV, V.K.; GILL, S.C.; KUMAR, A.; MEHTA, A.; KLEEMANN, S.G.L.; BONAMANO, A.; CUMMINS, J.A. Wheat quality and productivity as affected by varieties and sowing time in Haryana, India. **Field Crops Research**, v.123, p.214-225, 2011.
- CROMEY, M.G.; WRIGHT, D.S.C.; BODDINGTON, H.J. Effects of frost during grain filling on wheat yield and grain structure. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Lower Hutt, v.26, n.4, p. 279-290, 1998.
- CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. 1º Ed. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. **Cultivo de milho**. Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção, 2. Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.
- CRUZ, J. C.; SILVA, G. H. da; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. **Sistema de Produção de Milho Safrinha de Alta Produtividade:**

Safras 2008 e 2009. CIRCULAR TÉCNICA 160: Embrapa. Sete Lagoas, MG. Novembro, 2011.

CUNHA, G. R. **A expedição de Martim Affonso.** Agrometeorologista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Disponível em : <<<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Martim%20Affonso.pdf>>>. Acesso 25 setem. 2012.

CUNHA, G. R. da; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; CARAMORI, P. H.; ASSAD, E. D.; BRAGA, H. J.; ZULLO JR, J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; PINTO, H, S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.400-414, 2001.

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

DALMAGO, G. A.; PASINATO, A.; CUNHA, G. R; SANTI, A.; PIRES, J. L. F. **Cultivo de trigo.** Embrapa Trigo Sistemas de Produção, 4 ISSN 1809-2985, Versão Eletrônica Set/2009. Disponível em: <<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/zoneamento.htm>>>. Acesso 16 de agosto de 2012.

DOURADO NETO, D., FANCELLI, A. L.; LOPES, P. P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia da produtividade.** Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 120-125.

DUARTE, A.P.; KANTHACK, R.A.D.; SPINOSA, W.; ALLIPRANDINI, L.F. Efeito da geada na produção e qualidade de grãos de milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3., 1995, Assis. **Resumos...** Campinas: IAC, 1995. p.61-4.

DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C.; GARCIA, J.C.; MATTOS, M.J. **Sistema de produção de milho e sorgo.** Sete Lagoas, 2006. Disponível em: <<https://www.cnpms.com.br>>. Acesso em: 16 maio de 2012.

DURAES, F. O. M. *et al.* Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores. **Embrapa Milho e Sorgo.** Circular Técnica, 35. 20p, 2004.

DURAES, F. O. M.; MAGALHAES, P. C.; OLIVEIRA, A.C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, p.33-40, 2002.

EARL, H.J.; DAVIS, R.F. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. **Agronomy Journal**, v.95, p.688-696, 2003.

ERNANI, P.R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada pra a macieira.** Lages: Graphel, 2003. 76p.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. de, GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo; **Ciência agrotecnica, Lavras**, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez., 2010.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FANCELLI, A. L.; D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Guaíba: 2º Ed. Agropecuária. 2008. 360p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Cultura do milho: aspectos fisiológicos e manejo da água. **Inform Agronomy**, v.73, p.1-4, 1996.

FANGUEIRO, L. F. Logística do trigo no Brasil: da origem do trigo até o consumidor final. **Tese (Pós Graduação)** – Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2010. 39p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.235-241, 2003

FERNANDES, F. C. S.; BUZZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, A. da C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

FERRAZ, E. C. fisiologia do milho. In: Instituto Brasileiro de Potassa. **A cultura e adubação do milho**. São Paulo, 1966. P369-379.

FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@mbiente** On-line, v. 6, n. 1, p. 74-83, janeiro-abril, 2012.

FIGUEIREDO, C.C. de; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.279-287, 2005.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FLOSS, E. L.; FLOSS, L. G. Fertilizantes organo minerais de última geração: funções fisiológicas e uso na agricultura. **Revista Plantio Direto**, v.100, julho/agosto de 2007.

FOKAR, M.; NGUYEN, H.T.; BLUM, A. Heat tolerance in spring wheat. I. Estimating cellular thermo tolerance and its heritability. **Euphytica**, v.104, p.1-8, 1998.

FORNASIERI FILHO D. **Manual da cultura do trigo**. ed. Funep, p.336. Jaboticabal, SP, 2008.

FORNASIERI FILHO, D.; **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep. 2007. 576p.

- FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; CASTRO, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 229-234, 1995.
- FRIZZONE, J. A.; MELLO JUNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 425-434, 1996.
- FRONZA, V.; SOUZA, M. A. de; MOLINA, R. M. da SILVA; YAMANAKA, C. H. Trigo. In: **101 culturas – Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007, p.751-762.
- GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. A physiological analysis of cereal yield. II. Partitioning of dry matter. **Agriculture Prog.** , 53: 51-70. 1978.
- GALLO, K. P.; DAUGHTRY, C. S. T.; BAUER, M. E. Spectral estimates of absorbed photosynthetically active radiation in corn canopies. **Remote Sensing Environment**, New York, v. 17, p. 221-232, 1985.
- GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A. da; SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 4, N. 3, p. 18, 2010.
- GIRARDIN, P.; TOLLENAAR, M. Effects of intraspecific interference on maize leaf azimuth. **Crop Science**, Madison, v.34, n.1, p.151-155, 1994.
- GOMES, J. Estudo de risco para o milho na “safrinha”. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3., 1995, Assis. **Resumos...** Campinas: IAC/CDV, 1995. p.147-52.
- GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; WREGE, M. S.; SHIOGA, P.; GERAGE, A. C. Épocas de semeadura do milho “safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1287-1920, 2002.
- HASHEMI, D.A.; HERBERT, S.J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p.547-551, 1992.
- HAY, R.K.M.; & KIRBY, E.J.M. Convergence and synchrony - a review of the coordination of development in wheat. **Australian Journal of Agriculture and Resarch.** , 42: 661-700. 1991.
- HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; TRINDADE, M. da G.; SOARES, B. B.; MOREIRA, J. A. A.; CÁNOVAS, A. D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n.2, p.352-356, 2006.
- COODETEC - INFORNAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – SAFRA 2011. MARCHIORO, V. S; FRANCO, F. de A. (coord.), Cascavel: COODETEC. **Comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales**, 2010. 170p.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495p.

- KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, nov. 2007.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo de milho**. Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção, 1. Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.
- LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.363-376, 2000.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; KONDÖRFER, G.H. & MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21:481-487, 1997.
- LAZZAROTTO, C. Avaliação da produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L. Thell), em função da época de semeadura, na região de Dourados. Piracicaba, 71 p. **Dissertação (M.S.)** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1992.
- LIMA, M. da G. de S.; MENDES, C. R.; NASCIMENTO, R. do; LOPES, N. F.; CARVALHO, M. A. P. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. **Revista Ceres**. V 56, n. 3. p358-363, 2009.
- LOZADA, B. I.; ANGELOCCI, L. R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.37-43, 1999.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).
- MAHLER, R.L. KOEHLER, F. E.; LUTCHER, L. K. Nitrogen source, timing of application, and placement: effects on winter wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, p.637-642, 1994.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R. da; EVANGELISTA, B. A. Zoneamento: períodos de semeadura. Safra 2000/2001. **In:** Indicações técnicas para a cultura de milho no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, Embrapa Trigo, Emater/RS, FECOAGRO/RS, 2001. 135p. (Boletim Técnico, 7).
- MAR, G.D.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v.62, n.2, p.267-274, 2003.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.170-181, 2006.

MARIOT, C.H.P.; SILVA, P. R. F.; MENEZES, V. G.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.2, p.233-241, 2003.

MATOS, E. H. da S. F. **Cultivo do milho verde**. Dossiê técnico: UnB – Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, 2007.

MEDEIROS, M.B. de; LOPES, J. da S. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola**. Bahia Agrícola, 2006. 7:24-26.

MEGDA, M.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.M.C.; VIEIRA, M.X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.4, p.1055-1060, jul./ago., 2009.

MEIRA, F. de A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; ANDRADE, J. A. da C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

MEIRE, F. A. Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. **Tese** (Doutorado) – Selvíria: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira . 2006, 46p.

MIELNICZUK, J. Adubação nitrogenada. In: OSORIO, E. A. **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1982.

MIRANDA, G. V; SANTOS, I. C. dos; GALVÃO, J. C. C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de. Milho. In: **101 culturas – Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007, p.537-552.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro, Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. p.1-2.

MORAES, FERNANDES, M.I.B.; STIVAL, A.L.; BRAMMER, S.P., et al. Haplodiploidização: genética e melhoramento. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S., BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília :EMBRAPA/CBAB, 1999. v.2, p.569-612.

MOREIRA, M. A.; ÂNGULO FILHO, R.; RUDORFF, B. F. T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agrícola** vol.56 n.3 Piracicaba July 1999.

MOTA, F.S. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: MOTA, F.S. (Ed.) **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.5-35.

MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. *durum*. **Field Crops Research**, v.85, p.15-20, 2004.

MUCHOW, R. C. Effect of high temperature on grain growth in field-grown maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23, p. 145-158, 1990.

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

NIELSEN, D.C.; HALVORSON, A.D. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.6, p.1065-1070, 1991.

OLIVEIRA, D. M. de; SOUZA, M. A. de; ROCHA, V. S.; ASSIS, J. C. de. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantina**, Campinas, v.70, n.1, p.25-32, 2011.

OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicado em cobertura nas culturas de trigo, milho e algodão**. In: OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. Resultados de pesquisa, 1/95. Cascavel: Ocepar, 1995.

OLIVEIRA, E.L. de. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. 30p

OLIVEIRA, M.D.X.; FORNASIERI FILHO, D. Época de semeadura de milho “safrinha”, para a região Centro-Norte do Estado de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5., 1999, Barretos. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. p.77-85.

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

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, [s.n.], 1999. p. 429-485.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

PAULETTI, V.; COSTA, L. C. **Calibração de doses de nitrogênio para trigo em plantio direto**. Castro: [s.n.], 2002. (Relatório interno Fundação ABC).

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R.; comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.52-60, 2003.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos a base de aminoácidos na cultura do trigo. Cascavel: **Cultivando o Saber**, v.2, n.4, p.141-148, 2009.

PONS, A.; BRESOLIN, M. **A cultura do milho**. Trigo e Soja. Porto Alegre, n. 57, p. 6-31, 1981.

POTTKER, D.; WIETHOLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n.4, jul-ago, 2004.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6ª Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 2001, 905p.

RIBEIRO, T. L. P.; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1383-1390, nov. 2009.

RODRIGUES, L. R.; GUADAGNIN, J. P.; PORTO, M. P. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no rio grande do sul safras 2009/2010 e 2010/2011**. Reunião Técnica Anual de Milho e Sorgo . Veranópolis: FEPAGRO-Serra, 2009.

RODRIGUES, O.; DIDONETE, A. D.; TEIXEIRA, C. C. M.; ROMAM, S. E. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular técnica, 14).

RUSSO, R.O.; BERLYN. G.P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Journal Sustainable Agriculture**, v.1, n.2 p.19-42, 1990.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L. de; ZANIN, C. G.; SCHWEIZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, v.37, n.6, nov-dez, 2007.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P. Desenvolvimento inicial do milho em função de doses e fontes de nitrogênio aplicadas na semeadura. **Revista Biotemas**, v.22, n.4, dezembro, 2009.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J.; VARGAS, V. P.; GIRARDI, D.; ZOLDAN, S. R.; A remoção dos perfilhos não aumenta o rendimento de grãos do milho, independentemente da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1354-1359, ago, 2012.

SANTI, A.; WIETHOLTER, S.; DENARDIN, J. E.; SILVA JUNIOR, J. P. da; FAGANELLO, A. O cultivo do trigo. **Embrapa Trigo**, sistemas de produção, 4. Versão eletrônica. Set/2009.

SANTOS, H. P.; PEREIRA, L. R. Efeito de sistemas de sucessão de cultura de inverno sobre algumas características agronômicas de milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1691-1694, 1994.

SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. Parte II: Teste no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.605-619, 1995.

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

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELLOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de uréia de liberação gradual na cultura do milho. **Biosciencie journal**, Uberlândia, v.28 supplement 1, p. 104-111, mar. 2012.

SILVA, C. A.; VALE, F. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros Sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2461-2471, dez. 2000.

SILVA, D. F. **Bicombustíveis e produção animal impulsionarão a cultura**. Agriannual, p. 373-374, 2004.

SILVA, D.B.; GOTTO, W.S. Resposta do trigo de sequeiro ao nitrogênio, após soja precoce, na região do Alto Paranaíba, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1401-1405, 1990.

SILVA, P.R.F.; STREIDER, M. L.; COSER, R. P. S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L.; SILVA, A. A. Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, p.487-492, 2005.

SLAFER, G.A.; RAWSON, H.M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, p.393-426, 1994.

SLATYER, R.O. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: EASTIN, F.A.; SULLIVAN, C.Y.; VAN BAVEL, C.H.M. **Physiological aspects of crop yield**. Madison: WI. Inst., 1969. p.53-83.

SOUZA, E. de F. C. de; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.395-405, 2006.

SOUZA, E. P. de; AMORIN, A. L.; CORONEL, D. A. Abertura comercial e seus efeitos na transmissão de preços entre os mercados de trigo argentino e internacional, **Revista de Economia**, v. 37, n. 3 (ano 35), p. 21-46, set./dez. 2011.

STEFANY, P. 1993. **Requisito vernalização e resposta a duração do dia em guiar o desenvolvimento em trigo**. Relatório Trigo Especial n° 22. México, DF, CIMMYT. 1993.

SUBEDI, K.D.; MA, B. L.; XUE, A.G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, v.47, p.36-47, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Resposta de cultivares de trigo irrigado por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum-Agronomy**, Maringá, v.29, n.3, p.421-425, 2007.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de trigo sob plantio direto no cerrado. **Dissertação** de mestrado, Ilha Solteira – SP. 2008.

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

TRIBOÏ, E.; TRIBOÏ-BLONDEL A.M. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem – invited paper. **Europe Journal Agronomy**, n.16, 163-186. 2002.

- TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.
- ULGER, A. C.; BECKER, A. C.; KANT, G. Response of various maize inbred line and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizer. **Journal of Agronomy and Crop Science**. Andac, v. 159, n. 3, p. 157-63, 1995.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, abr./jun. 2011.
- VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.319-326, 2008.
- VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S. & FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Journal**, 61:1233-1239, 1997.
- VASCONCELLOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 11, p. 1835-1945, 1998.
- VIEIRA JÚNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; BERNARDES, M. S.; MANFRON, P. A.; KREZINGER, A.; PEREIRA, C. R. Previsão da população e arranjo espacial de plantas de milho em função da arquitetura da copa e da localização da cultura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p.404-417, 2005.
- VILLAS BÔAS, R.L. Recuperação do nitrogênio da uréia pelo milho: efeito da mistura com sulfato de amônio, da dose e do modo de aplicação. **Tese (Doutorado) – Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, 1995. 128p.
- VITTI, G. C.; TAVARES Jr, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. C. G. Influência da mistura de sulfato de amônio com uréia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:663-671, 2002.
- VOLK, G.M. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf on base soils. **Agronomy Journal**, 51:746- 749, 1959.
- WAMSER, A.F.; MUNDSTOCK, C.M. Adubação nitrogenada em estádios fenológicos em cevada, cultivar “MN 698”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.942-948, 2007.
- WENDLING A. **Recomendação de nitrogênio e potássio para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai**. Santa Maria, 2005. 124p. Dissertação de Mestrado - Programa de pós-graduação em ciência do solo, UFSM, 2005.
- WHALEY, J.M.; KIRBY, E.J.M.; SPINK, J.H.; FOULKES, M.J.; SPARKES, D.L. Frost damage to winter wheat in the UK: the effect of plant population density. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.21, p.105-115, 2004.

YAMADA, T. **Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar.** Piracicaba, Potafos, 1996. 5p. (Informações Agrônômicas, 74) .

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, abr./jun. 2005.

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

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

3 ARTIGO B

APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS E ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA

3.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo: A incorporação de nitrogênio via adubação foliar com aminoácidos pode suplementar a adubação nitrogenada, contribuindo para o processo de desenvolvimento e crescimento na cultura do milho. O objetivo foi avaliar a aplicação foliar de aminoácidos, associada à aplicação de nitrogênio em cobertura, no desempenho produtivo e nas características agrônômicas da cultura do milho, cultivado no período da safrinha. O experimento foi conduzido na fazenda escola da UEL em Londrina/PR, no ano de 2012. O delineamento foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4X4, com 4 repetições. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) na forma de uréia e quatro doses de aminoácidos (0, 8, 16, e 24 l ha⁻¹) aplicadas via foliar durante o estágio vegetativo V6. A cultivar de milho utilizado foi o Pioneer 305 31H semeado em março. As variáveis analisadas foram teor de nitrogênio foliar, altura de plantas, altura de espiga, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O produto a base de aminoácidos não alterou as variáveis analisadas. O nitrogênio apresentou efeitos positivos para as variáveis analisadas, com exceção ao diâmetro do colmo e população de plantas. O nitrogênio incrementou linearmente as variáveis altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira. O comprimento de espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos obtiveram máxima resposta ao nitrogênio nas doses de 135,3, 157 e 149,5 Kg ha⁻¹ respectivamente. O maior teor de N foliar foi observado na dose de 120 Kg ha⁻¹, com 24,2 g Kg⁻¹.

Palavras-chave: Nitrogênio. Adubação complementar. Resíduo agroindustrial. Ureia. *Zea mays*

FOLIAR APPLICATION OF AMINOACIDS AND NITROGEN IN COVERAGE ON SECOND CORN CROP

Abstract: The incorporation of nitrogen via foliar application with amino acids can supplement the nitrogen fertilization, contributing to the process of development and growth in maize. The objective was to evaluate the foliar application of amino acids associated with the application of nitrogen in yield performance and agronomic characteristics of corn, cultivated during the latter season. The experiment was conducted at the farm school at UEL in Londrina / PR, in the year 2012. The experimental design was a randomized block design in a factorial 4x4, with 4 repetitions. We used four doses of nitrogen (0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹) as urea and four doses of amino acids (0, 8, 16, and 24 l ha⁻¹) applied to leaves during the stage vegetative V6. The maize cultivar used was Pioneer 305 31H sown in march. The variables analyzed were leaf N content, plant height, ear height, stem diameter, ear length, number of kernel rows per ear, number of kernels per row, number of grains per spike, weight of 100 grains and yield. Data were subjected to analysis of variance and regression. The product-based amino acids did not alter the variables analyzed. Nitrogen showed positive effects for the variables analyzed, except the stem diameter and plant population. Nitrogen increased linearly variables plant height, height of insertion of ear, number of grains per ear and number of kernels per row. The length of spike, thousand grain weight and grain yield response to nitrogen obtained maximum doses of 135.3, 157 and 149.5 kg ha⁻¹ respectively. The higher leaf N content was observed at the dose of 120 kg ha⁻¹ with 24.2 g kg⁻¹.

Keywords: Nitrogen. Additional fertilizers. Agro waste. Urea. *Zea mays*

3.2 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo. Devido à sua multiciência de aplicações, quer na alimentação humana quer na alimentação animal, sob a forma de grãos ou silagem, até a indústria de alta tecnologia, assume relevante papel socioeconômico; além disso, constitui-se em indispensável matéria prima impulsionadora de diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008; IBGE, 2009). Somente na alimentação animal são consumidos 66% dos grãos produzidos no país (ABIMILHO, 2012).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 72 milhões de toneladas na safra 2011/2012 e, está entre os países que terão aumento significativo das exportações de milho, ao lado da Argentina. O Paraná é o maior estado produtor da cultura com mais de 16 milhões de t ha⁻¹, com uma área cultivada de 12.247,7 milhões de hectares contando com uma das maiores produtividades brasileiras, de 5.448 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

A grande quantidade de milho produzido no Brasil se deve a estratificação de ambientes, a adequada recomendação de cultivares aliada à densidade populacional e à adubação equilibrada. Esses fatores são responsáveis para um bom desempenho da cultura, com ganhos de produtividade (FARINELLI et al., 2003).

Grande parte da produção nacional deve-se ao milho de segunda safra, denominada safrinha, com 48,5%, cerca de 32 mil de t. Só o estado do Paraná é responsável por 29% do total de milho produzido neste período (CONAB, 2012). O milho safrinha é caracterizado pelo cultivo em sequeiro, com semeadura realizada nos meses de janeiro a abril, após a cultura de verão, geralmente após soja precoce (CRUZ et al., 2011).

Além do retorno financeiro, a safrinha proporciona os benefícios agronômicos da rotação de culturas: aumento da palhada, fundamental para a manutenção do sistema de plantio direto, e controle de pragas e doenças da lavoura de verão. Além disso, a sucessão de cultivos distintos também contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (SOUZA; SORATTO, 2006).

O milho é uma cultura que requer significativa quantidade de nitrogênio (N) e usualmente demanda o uso de adubação nitrogenada de semeadura e em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se desejam produtividades elevadas (CRUZ et al., 2008). O N é um dos principais nutrientes para praticamente todas as culturas e, para o milho ele desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos (PAVINATO et al., 2008), aumenta o peso da espiga e a porcentagem de óleo. Além disso, está associado ao crescimento vegetativo, participa de mecanismos da fotossíntese (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008), faz parte das moléculas de clorofila, aminoácidos, DNA, citocromos e de todas as enzimas e coenzimas (MARIOT et al., 2003).

Embora sua importância biológica, o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003).

O manejo da adubação nitrogenada deve suprir a demanda da planta, nos períodos críticos, e minimizar o impacto no ambiente, pela redução de perdas (FERNANDES; LIBARDI 2007). Os fertilizantes nitrogenados são produzidos principalmente a partir de combustíveis fósseis e N_2 , não renováveis e, quando utilizados em quantidades excessivas ou situações desfavoráveis, podem ser perdidos por volatilização ou lixiviação e, eventualmente convertem-se em poluentes ambientais (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

Sabe-se que o lugar da adubação foliar na prática agrícola é de complemento à adubação feita no solo, no que diz respeito ao fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio para as culturas. Deste modo, a incorporação de N via adubação foliar com aminoácidos pode suplementar o fornecimento via solo em determinados estágios de crescimento. O uso de fertilização direta nas plantas, com aminoácidos livres, evita a transformação química do nitrogênio nítrico e amoniacal, em aminoácidos. Além disso, os aminoácidos são rapidamente incorporados ao metabolismo como se fossem sintetizados pela planta, contribuindo para o processo de desenvolvimento e crescimento (LIMA et al., 2009; RAVEN et al., 2001).

Há também funções particulares nas plantas em que aminoácidos específicos estão presentes. A glicina está presente na formação da clorofila, o ácido glutâmico no crescimento e funcionamento dos meristemas, a prolina e hidroxiprolina pela fertilidade do pólen e consistência das paredes celulares, a alanina nos processos fisiológicos em geral, a arginina pelo desenvolvimento radicular e a serina no balanço hídrico da planta (TAIZ; ZIEGER, 2009).

A aplicação de aminoácidos pode influenciar na eficiência da adubação nitrogenada, pois a regulação da absorção do N pelas raízes é explicada pela atividade proteolítica que libera aminoácidos nas folhas que, por sua vez, são translocados para os grãos. (TRIBOI; TRIBOI-BLONDEL, 2002).

O objetivo foi estudar os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos, associada a aplicação de uréia em cobertura, no desempenho produtivo e nas características agrônômicas a cultura do milho cultivado na safrinha.

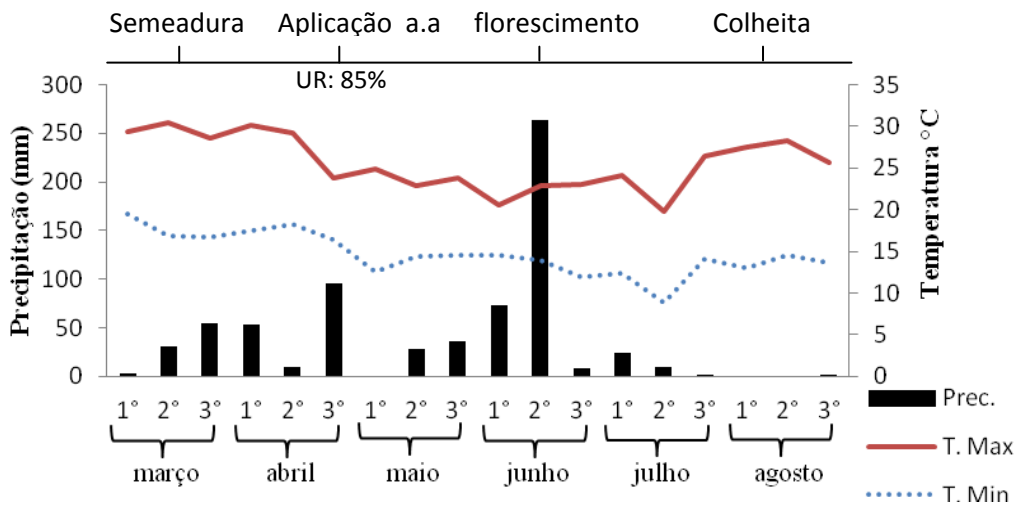
3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de cultivo da safrinha em 2012, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, no estado do Paraná, na latitude 23°20'23" S e longitude 51°12'32" W, com altitude média de 580 m. Conforme classificação climática de Koppen, o clima da região é do tipo Cfa, clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida. A temperatura média anual é de 20,2 °C, a média da temperatura máxima é de 27,0 °C e a média da temperatura mínima é de 14,8 °C. A umidade relativa do ar é de 75% (IAPAR, 2012).

Os dados climáticos durante a condução do experimento, obtidos na estação meteorológica do IAPAR, estão representados na Figura 3.1.

O solo onde foi conduzido o experimento é do tipo Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico (EMBRAPA, 2006), com fertilidade e retenção de água mediana, textura argilosa, boa drenagem, lençol freático muito profundo e baixo teor de matéria orgânica (SANTOS et al., 2006).

Figura 3.1 – Precipitação (mm) e médias das temperaturas, máximas e mínimas (°C), por decêndio, durante a condução do experimento de milho safrinha 2012 .Londrina/ PR, 2012.



O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4X4, com quatro repetições. Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) na forma de uréia, aplicado no estágio vegetativo v5, e quatro doses de aminoácidos (0, 8, 16, e 24l ha⁻¹) aplicadas via foliar durante o estágio vegetativo V6. A parcela foi composta por quatro linhas de milho, espaçadas com 0,90 m, com cinco metros cada, totalizando uma área total de 18m². Para as avaliações foram utilizadas apenas as duas linhas centrais, totalizando 9m² de área útil.

A aplicação do produto a base de aminoácido na forma líquida, foi realizada por meio de um pulverizador costal de CO₂, com uma barra de aplicação de dois metros. O aminoácido de cada parcela, referente a dose pré-estipulada, foi diluído em 500ml de água com o auxílio de uma proveta graduada e acondicionados em garrafas tipo pet para serem acopladas ao pulverizador costal e deste modo serem aplicadas sobre a cultura.

Segundo a empresa fornecedora, o produto é uma linha de aditivos que podem ter seu uso de forma líquida (via foliar) e sólida (via raiz) com alta concentração de

nutrientes orgânicos cujo princípio ativo principal são os aminoácidos (Tabela 3.1). Originado de resíduo agroindustrial da proteína colagênica animal.

Ainda segundo o fornecedor, o produto pode ser absorvido via sistema radicular, pelas folhas, caules e ramos. Ainda, o produto é 100% solúvel em água e biodegradável, é atóxico, não agride a fauna e a flora sem nenhuma substância derivada do petróleo e livre de metais pesados. A recomendação do produto para a cultura do milho é de 6 a 8 litros por hectare, 15 – 20 dias após a emergência e/ou 30 – 35 dias após emergência.

Tabela 3.1 – Aminoácidos presente no produto comercial na forma líquida, com base em 100g de amostra.

Aminoácido	Concentração (%)
L-Glicina	5,08 %
L-Prolina	2,94 %
L-Alanina	2,02 %
L-Ácido Glutâmico	2,28 %
L-Ácido Aspártico	1,34 %
L-Arginina	1,56 %
L-Serina	0,65 %
L-Leucina	0,65 %
L-Lisina	0,48 %
L-Valina	0,53 %
L-Treonina	0,30 %
L-Fenilalanina	1,13 %
L-Isoleucina	0,34 %
L-Tirosina	0,14 %
L-Histidina	0,16 %

A cultivar de milho utilizado na safrinha foi a Pioneer 305 31H semeada no dia 10 de março de 2012, de forma mecanizada, com emergência das plântulas 5 dias após a semeadura e com uma população de 60 mil plantas/ha.

A cultivar possui elevado potencial produtivo, é precoce e com elevada capacidade de adaptação para as terras baixas e altas do Brasil Central e para a Safrinha. Apresenta elevado nível de resposta ao manejo aplicado como a elevação dos níveis de adubação, redução de espaçamento e aumento da população de plantas (PIONNER, 2012).

A adubação de semeadura foi baseada na análise química do solo utilizando 250 kg ha⁻¹ de NPK, com a composição 4-14-8, conforme análise de solos (Tabela 3.2). Durante os experimentos não houve a necessidade de aplicação de defensivos agrícolas para doenças e insetos pragas. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual, no momento de aplicação da ureia em cobertura. A fonte de N utilizada em cobertura foi a Uréia (45%), aplicada uma semana antes da aplicação do aminoácido, no estágio V5, a lanço em cada parcela.

Tabela 3.2 – Análise de solo realizada na área de condução do experimento, na profundidade de 0 – 20 cm, na fazenda escola da UEL. Londrina/PR, 2012.

Prof.	mg/dm ³ g/dm ³		Ph (CaCl ₂)	Cmolc/dm ³ de solo							%		
	P	C		AL	H+AL	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	SAI	MO
0-20	5,20	59,28	4,9	0	6,2	4,62	2,17	0,45	7	13,34	53,7	0	2,928

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

A colheita foi realizada de forma manual. Os parâmetros analisados foram:

- a) Teor foliar de nitrogênio - foram coletadas ao acaso, no estágio de florescimento pleno, os limbos foliares de cinco folhas diagnóstico, opostas e abaixo a espiga, da área útil de cada parcela. Estas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório, onde foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 65⁰C até atingir a massa em equilíbrio. Após a secagem, as folhas coletadas foram moídas em moinho e submetidas digestão sulfúrica conforme metodologia descrita por Kjeldahl, para determinação do teor de nitrogênio foliar (MALAVOLTA, 2006);
- b) População de plantas - obtida através da contagem do número de plantas, na pré colheita, das duas linhas centrais de cada parcela;
- c) Altura de plantas e Altura de inserção de espigas - medida no estágio de pré-colheita com o auxílio de uma trena graduada, e foi definida como sendo à distância (cm) do nível do solo ao ápice da planta de milho, para altura de planta, e até a altura da espiga principal, para altura de inserção de espiga. Foram medidas cinco plantas ao acaso e, representativas da área útil de cada parcela;
- d) Diâmetro do colmo - o diâmetro do colmo foi obtido na pré colheita, com o auxílio de um paquímetro analógico, medidos no segundo entrenó a partir do nível do solo. Foram medidas cinco plantas ao acaso e, representativas da área útil de cada parcela;
- e) Comprimento de espiga - a determinação do comprimento médio das espigas foi realizada após a colheita, separando-se aleatoriamente dez espigas colhidas na área útil de cada parcela, as quais foram medidas por meio de uma régua graduada, com resultados expressos em cm;
- f) Número de fileiras de grãos - o número médio de fileiras de grãos da espiga foi determinado por meio de contagem em 10 espigas tomadas ao acaso na área útil de cada parcela;
- g) Número de grãos por fileira - o número médio de grãos por fileira foi determinado mediante contagem dos grãos nas fileiras das 10 espigas amostradas aleatoriamente em cada parcela;
- h) Número de grãos por espiga - o número médio de grãos por espiga foi calculado por meio do produto do número de grãos presentes nas fileiras e número de fileiras de grãos, das espigas amostradas aleatoriamente em cada parcela;
- i) Massa de 1000 grãos - após a debulha de todas as espigas colhidas na área útil das unidades experimentais, determinou-se a massa de mil grãos por meio de três amostras de 100 grãos

tomadas ao acaso, de cada parcela, as quais foram submetidas à pesagem e à determinação imediata da umidade, possibilitando estimar a massa de cem grãos corrigida para 13% de umidade; j) Produtividade - foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil das unidades experimentais (kg parcela^{-1}), a qual foi convertida para kg ha^{-1} e corrigida para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, considerando o nível de 5% de significância. E analisados por análise de variância (ANAVA) e regressão até 2º grau.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram constatados efeitos significativos para as doses de aminoácidos aplicadas via foliar bem como, para a interação entre os fatores aminoácido foliar e nitrogênio em cobertura (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Análise de variância das características agrônômicas do milho em função de diferentes doses de nitrogênio em cobertura e de aminoácidos via foliar, no período de safrinha, Londrina/PR, 2012.

	G.L.	Quadrados médios das variáveis									
		D.C	AL	IE.	CE	NF	GE	GF	MA	TN	PROD
BL	3	3,6	640,7	770,1	7,5	0,1	1267,7	4,6	1,5	0,1	660403,7
N	3	0,2	408,1*	169,8*	1,3*	0,2*	3773,8*	14,7*	15,9*	1,0*	3421619,4*
AF	3	1,9	128,8	5,4	0,0	0,4	1762,2	13,3	4,5	0,1	86362,9
NxAF	9	5,3	80,5	19,5	0,3	0,1	574,3	2,0	4,9	02	250549,2
CV (%)		9,41	4,49	4,21	4,88	3,07	12,02	11,04	9,80	24,57	20,67

*: significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. GL - graus de liberdade; DC - diâmetro de colmo; AL - altura de planta; IE - inserção de espiga; CE - comprimento de espiga; NF - número de fileiras; GE - grãos por espiga; GF - grãos por fileira; MA - massa de mil grãos; TN - teor de N foliar; PROD - produtividade.

Contrariando os resultados obtidos nesse estudo para o milho, Picolli et al. (2009), ao estudarem a aplicação de produtos a base de aminoácidos como tratamento de sementes e na fase de perfilhamento na cultura do trigo, concluíram que, esses produtos proporcionaram ganhos significativos em produtividade de grãos e também trouxeram benefícios a cultura em situações adversas do clima, como o déficit hídrico. Contudo, Picolli et al. (2009), não aplicaram N em semeadura, o que beneficiou os aminoácidos aplicados, pois estes foram a única fonte de nutriente disponível para a cultura.

A época de aplicação pode ter influenciado o resultado, já que a empresa fornecedora do produto recomenda a aplicação em dois estádios desenvolvimento: 15 – 20

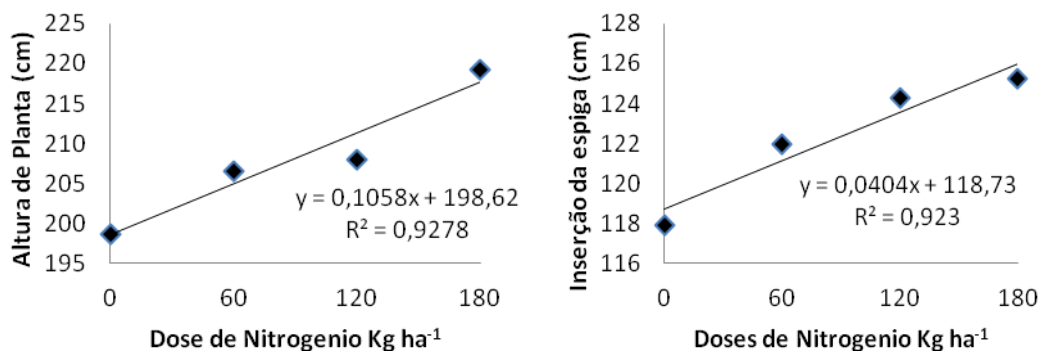
dias após a emergência (V3) e/ou 30 – 35 (V6) dias após emergência. O parcelamento da aplicação poderia proporcionar melhores condições de absorção à planta. A desvantagem da aplicação foliar para grandes quantidades de fertilizantes, ocorre devido a pequena área foliar das plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento (HEATHCOTE; SMITHSON, 1974), resultando em menor absorção do produto.

Para que aplicação foliar de nutrientes seja bem sucedida, os danos as folhas devem ser minimizados. Se a aspersão foliar for aplicada em um dia quente, quando a evaporação é alta, os sais podem acumular na superfície foliar e provocar queimaduras. Já a aplicação em dias frescos ou em horários de menor incidência solar, ajudam a evitar esse problema (TAIZ; ZEIGER, 2009). Contudo, a aplicação do produto a base de aminoácidos foi realizada no período da manhã, com umidade relativa do ar alta, cerca de 85%, e a temperatura máxima do período vespertino manteve-se em torno dos 25°C, não justificando a ausência de resposta do produto por este motivo.

Respostas significativas ocorreram somente em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Nas variáveis diâmetro do colmo e população de plantas avaliadas em pré-colheita, não houve efeito significativo do nitrogênio aplicado em cobertura. Meira et al. (2009) também não verificaram diferença significativa para o diâmetro do colmo ao avaliar três fontes de N e cinco doses em semeadura e cobertura, em Selvíria/MS e ainda, ressaltam que essa é uma característica altamente influenciada pelo genótipo e pouco dependente do meio, quando não se varia a densidade de plantas.

Para altura de inserção da espiga e altura de plantas houve efeito do nitrogênio (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Altura de Inserção da espiga (cm) e alturas de plantas (cm) em função de doses de Nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹), durante a safrinha. Londrina/PR, 2012.



A altura de plantas apresentou ajuste linear crescente em resposta a aplicação de N. Na dose de 0 Kg ha⁻¹ a altura média das plantas foi de 198,68 cm, a menor medida quando comparada as demais. A maior média observada foi com a dose máxima de nitrogênio aplicada, de 180 Kg ha⁻¹ com 219,31cm, não sendo possível determinar o ponto de máxima resposta. Mar et al. (2003) também verificaram aumento da altura de plantas e de inserção da espiga do milho safrinha, em sucessão à soja, em resposta à aplicação de N em cobertura.

Para a variável altura de inserção da espiga, o efeito das doses foi semelhante ao observado para altura de plantas. Houve efeito linear crescente com o aumento do N aplicado em cobertura. Neumann et al. (2005) ao estudarem o desempenho produtivo do milho híbrido Dow 766, em Guarapuava, com diferentes doses de N (0, 45, 90, 135 Kg ha⁻¹) verificaram que houve aumento da altura de plantas e da altura da inserção da espiga até a dose de 90 Kg ha⁻¹ com médias de 2,14 e 1,27 m respectivamente.

O nitrogênio exerce importantes funções no metabolismo vegetal, é integrante de todos os aminoácidos fazendo parte da constituição das proteínas (FLOSS, 2006). Está relacionado ao crescimento e ao rendimento da planta. Isso se deve principalmente ao fato deste nutriente estar associado ao crescimento e desenvolvimento dos drenos reprodutivos e por participar na molécula de clorofila, indispensável para a manutenção da atividade fotossintética (ANDRADE et al., 2003; BASI et al., (2011); MARTIN et al., 2011). Deste modo, o N atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta e de espiga (SILVA et al., 2005b; FORNASIERI FILHO, 2007; POSSAMAI et al.,2001), como observado neste estudo.

A altura da planta é um parâmetro que determina o grau de desenvolvimento da cultura. Plantas maiores tendem a ser mais produtivas, pois sofrem menos estresse durante o seu desenvolvimento e acumulam maiores quantidades de reservas no colmo (SILVA et al., 2006). Contudo a maior estatura de plantas e inserção da espiga no colmo contribuem para o aumento do acamamento da cultura. (ARGENTA et al., 2001; BRACHTVOGEL et al., 2012). A deficiência de N retarda a divisão celular nos pontos de crescimento do milho, resultando em redução na área foliar e no tamanho da planta, conforme constatado, com reflexos negativos sobre a produção (ARNON, 1975; FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

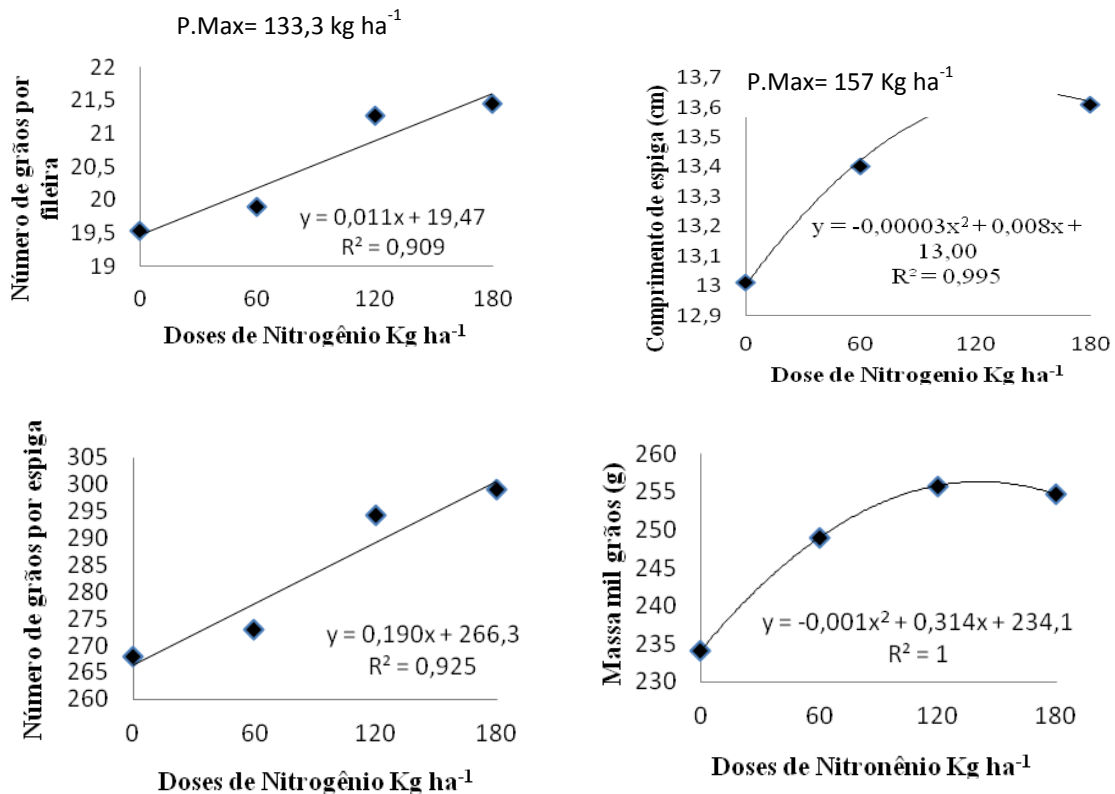
Silva e Silva (2002) também constataram em seus experimentos que a aplicação de N (sulfato de amônio) na forma parcelada totalizando 120 kg de N ha⁻¹, aos 25 e

aos 45 dias após a semeadura, proporcionou plantas com maior altura de inserção da espiga. Lana et al. (2009) concluíram que para cada 30 kg de N adicionado, houve aumento de altura de planta e altura de espiga de 2,1 e 1,8 cm, respectivamente. Valores próximos aos encontrados neste estudo, onde a cada 30 Kg de N adicionado, em cobertura, a altura de planta aumentou 3,4 cm e a altura da inserção da espiga 1,2 cm.

Nos componentes de produção avaliados, apenas o número de fileiras por espiga não apresentou efeito significativo em resposta as doses de N utilizadas. O comportamento das variáveis comprimento de espiga, número de grãos, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos em resposta as doses de N em cobertura pode ser observado na Figura 3.3.

No comprimento de espiga os dados ajustaram-se a uma equação quadrática, com resposta máxima na dose de 133,3 Kg ha⁻¹ de N em cobertura. O comprimento médio de espiga é um dos caracteres que pode interferir, diretamente, no número de grãos por fileira e, conseqüentemente, na produtividade do milho (BORTOLINI et al., 2001; KAPPES et al., 2009), pois quanto maior for o comprimento da espiga, também maior será o número potencial de grãos a ser formado por fileira (GOES et al., 2012).

Figura 3.3 – Comprimento de espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos, em função de doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) aplicadas na cultura do milho Safrinha. Londrina/PR, 2012.



O incremento da resposta máxima, $133,3 \text{ kg ha}^{-1}$, em relação a testemunha foi de 5% no comprimento de espigas. Para Dourado Neto et al. (2004), com a aplicação de 120 Kg ha^{-1} de N houve aumento médio de 22% no comprimento das espigas em relação aos tratamentos em que a aplicação de N foi ausente (0 kg ha^{-1} de N). No entanto, ao elevar as doses de N de 120 kg ha^{-1} para 240 kg ha^{-1} , o aumento foi pouco expressivo (3%).

Ao avaliar a influência de doses e épocas de aplicação de N nas características agrônômicas do milho safrinha em Jataí, GO, com quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura: 0, 20, 40 e $60 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na forma de uréia, Ragagnin et al. (2010) concluíram que houve efeito positivo de doses de N em cobertura para comprimento de espigas até a dose de 40 Kg ha^{-1} , portanto menor que a constatado para esse estudo. Essa resposta diferenciada pode estar associada ao genótipo utilizado e às diferenças condições climáticas entre as regiões de cultivo.

Dados de comprimento de espiga obtidos por Lopes et al. (2010) em milho, apresentaram respostas semelhantes as observadas neste trabalho com o incremento de Nitrogênio na cultura, utilizando doses de N de 0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha^{-1} os autores obtiveram valores de 16, 16,2, 16,3, 17, 17, 16,9cm, respectivamente.

O nitrogênio aplicado na cultura proporcionou incrementos lineares positivos nas variáveis número de grãos por espiga e número de grãos por fileira. O rendimento de grãos do milho está diretamente associado a essas variáveis o qual dependerá das taxas de crescimento externadas pela cultura durante o florescimento (CANTARERO et al, 1999). Devido ao número de óvulos e tamanho da espiga a serem definidos partir do estágio V12, a deficiência de umidade ou nutrientes pode reduzir seriamente o número potencial de sementes, assim como o tamanho das espigas a serem colhidas (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O N é capaz proporcionar aumento do número de óvulos formados por fileira e favorecer a produção de fotoassimilados, reduzindo, deste modo, o abortamento de grãos (MAGALHÃES et al., 2002) resultando no acréscimo dos componentes comprimento de espiga e número de grãos por espiga, como observado na figura 3.

O incremento no número de grãos por espiga corroboram os dados de Soratto et al. (2010), que obtiveram aumento linear do número de grãos por espiga em razão das doses de N aplicadas em cobertura, mas não verificaram efeito das fontes utilizadas sobre esta característica. Bortolini et al. (2001), avaliando diferentes doses e épocas de aplicação de N, também verificaram que o número de grãos por espiga aumentou com a elevação das doses de N.

A dose máxima utilizada, de 180 Kg ha⁻¹, proporcionou 12% de incremento no número de grãos por espiga. Resultados obtidos por Amaral filho et al. (2005), mostraram que o aumento nas doses de N (0, 50, 100, 150 Kg ha⁻¹) também promoveu aumento linear no número de grãos por espiga, assim como os de Silva et al. (2003), que constataram que o número de grãos por espiga aumentou linearmente com doses crescentes de nitrogênio e diminuiu linearmente com o aumento da densidade de semeadura.

Na variável número de grãos por fileira, o acréscimo das doses de N em cobertura, proporcionou aumento nas médias, com 19,53, 19,90, 21,27 e 21,44 grãos por fileira, respectivamente. Em experimento realizado por Souza et al. (2011) ao avaliar o efeito de fontes, doses (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e épocas de aplicação de N nas características agronômicas e na produtividade de grãos de milho safrinha irrigado, em Selvíria/MS, a elevação das doses de N aumentou o número de grãos na fileira da espiga até a dose de 142 kg ha⁻¹ de N, portanto, menor que a observada nesse estudo onde, não foi possível determinar a dose de máxima resposta.

As maiores doses (120 e 180 Kg ha⁻¹) proporcionaram aumento de 9 e 9,8%, respectivamente, no número de grãos por fileira. Resultados de Dourado Neto et al. (2004), reportam que a aplicação de nitrogênio em doses crescentes exercem grande influência no número de grãos por fileiras. Nos tratamentos em que se efetuou a aplicação de 120 Kg ha⁻¹ de N, o número de grãos por fileira foi aumentado em aproximadamente 25%, quando comparado aos tratamentos em que o nitrogênio não foi aplicado (0 Kg ha⁻¹ de N).

O aumento da dose de N aplicado proporcionou efeito positivo para a massa de mil grãos, apresentando ajuste quadrático. A máxima resposta foi obtida na dose de 157 Kg ha⁻¹. Dados semelhantes foram encontrados por Amaral Filho et al. (2005) e Silva et al. (2005a), que obtiveram aumento na massa dos grãos com a aplicação de N em cobertura na cultura do milho. Melgar et al. (1991) do mesmo modo, conseguiram incremento linear na massa de mil grãos de acordo com as doses na variedade BR 5102, apresentando variação de 260 g (testemunha) a 277 g (120 kg ha⁻¹ de N). O N exerce importantes funções bioquímicas na planta, como na formação dos grãos e acúmulo de proteínas, assim a produção do milho está diretamente relacionada com o suprimento de N (YAMADA, 1997).

A massa de mil grãos é um parâmetro muito importante, pois, a partir de um mesmo número de óvulos fecundados, pode-se obter maior produtividade apenas com o aumento das reservas acumuladas nos grãos (SILVA et al., 2006). Esse componente é determinado pela taxa e pela duração do período de enchimento de grãos (WANG et al., 1999; DIDONET et al., 2002). O aumento na massa de mil grãos pode ser explicado devido ao fato

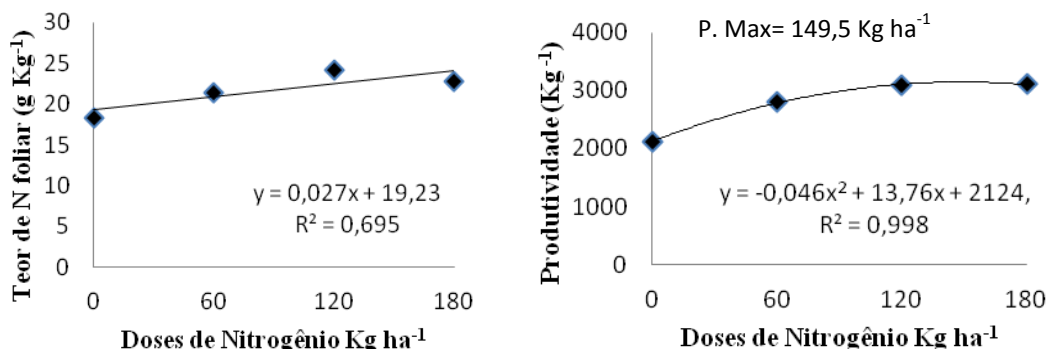
de que as maiores doses de nitrogênio manterem a atividade fotossintética por um período mais prolongado, o que resultou no maior acúmulo de reservas nos grãos (DOURADO NETO et al., 2004).

Ferreira et al. (2001), ao estudarem quatro doses de N (0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹), duas doses de Mo (0 e 90 g ha⁻¹) e duas de Zn (0 e 3 kg ha⁻¹), em milho cultivado em Coimbra/MG, verificaram que a massa de mil grãos sofreu acréscimo com o aumento da dose N aplicado, tendo menor massa (g) na testemunha, sem aplicação de N e maior na dose de 210 Kg ha⁻¹. Sangoi e Almeida (1994), ao efetuarem um experimento em que aplicaram nitrogênio em doses crescentes, verificaram efeito linear da adubação nitrogenada sobre a massa de mil grãos de milho, sendo que a aplicação de 150 Kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento de 7% em relação a testemunha (0 Kg ha⁻¹ de N). Resposta semelhante ao observado neste trabalho, onde a reposta máxima, de 157 Kg ha⁻¹, aumentou em 8,8% a massa de mil grãos em relação a testemunha.

Soratto et al. (2011) avaliaram três fontes e quatro doses (0, 45, 90 e 180 kg ha⁻¹ de N) de N em cobertura e, não constataram efeito positivo da massa de mil grãos, assim como Souza e Soratto (2006), ao estudar em fontes e doses de N em cobertura para o milho safrinha, divergindo portanto dos resultados obtidos.

O teor de N foliar e a produtividade de grãos apresentaram ajuste a uma equação linear e quadrática, respectivamente em resposta as doses de N aplicadas em cobertura (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Teor de Nitrogênio foliar (g Kg⁻¹) e Produtividade (Kg ha⁻¹), em função de doses de nitrogênio aplicadas na cultura do milho Safrinha. Londrina/PR, 2012.



O teor de N foliar é um parâmetro importante para detectar a quantidade N absorvida pela planta durante seu ciclo. De acordo com Raij et al. (1996), o nível adequado do teor de nitrogênio na folha de milho para um desenvolvimento adequado está situado na faixa

de 27,5 a 32,5 g kg⁻¹. Apesar dos dados obtidos serem inferiores aos teores mencionados como adequados, observa-se efeito positivo em resposta ao incremento do N em cobertura. O menor percentual incidiu sobre a testemunha, com 18,3 g Kg⁻¹ e maior na dose de 120 Kg ha⁻¹, com 24,2 g Kg⁻¹.

Amaral Filho et al. (2005) obtiveram aumento do teor de N foliar com o aumento das doses de N (0, 50, 100 e 150 Kg ha⁻¹). Já Soratto et al. (2012) não encontrou efeito significativo para os Teores de N foliar, contudo, os mesmos ficaram dentro da normalidade para a cultura (27,5 a 32,5 g kg⁻¹). De acordo com Santos e Pereira (1994) e Meira et al. (2009) plantas com maior teor de N proporcionaram maior crescimento, desenvolvimento e maior índice de área foliar, conferindo maior síntese de carboidratos pela fotossíntese. Assim, a planta aumenta sua eficácia em alocar carboidratos para o sistema radicular, tornando-o mais abrangente e diligente em aproveitar o N disponível.

A menor produtividade ocorreu na testemunha, com 2117,5 Kg ha⁻¹, a resposta máxima ocorreu na dose de, com 3107 Kg ha⁻¹, acréscimo de 46%. O milho é uma cultura que necessita grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada de semeadura e em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se desejam produtividades elevadas (CRUZ et al., 2008). Para Pavinato et al. (2008), o N é um dos principais nutrientes para praticamente todas as culturas e, para o milho, desempenha papel importante na produtividade de grãos, confirmando os resultados obtidos.

Esses dados corroboram com Dourado Neto et al. (2004), onde verificaram que a aplicação de 120 Kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou aumento de 92% na produtividade em relação aos tratamentos onde a aplicação de nitrogênio não foi efetuada (0 Kg ha⁻¹ de N), ou seja, analisando a estimativa do modelo de regressão polinomial nota-se que quando a aplicação de N foi nula a produtividade obtida foi de 4354,7 Kg ha⁻¹, ao passo que quando aplicou-se 120 Kg ha⁻¹ de N, obteve-se 8379,9 Kg ha⁻¹ de grãos.

Souza et al. (2011) relatam que as doses de N influenciaram a produtividade de grãos de milho safrinha, se ajustando à função quadrática com a máxima produtividade sendo alcançada com a estimativa de 142 kg ha⁻¹ de N (aumento de 50% em relação ao tratamento sem N), valor este próximo do encontrado neste estudo (149,5 Kg ha⁻¹).

Do mesmo modo, Araújo et al. (2004), ao testarem diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho, concluíram que a dose de 240 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou maior produtividade (11203 kg ha⁻¹) quando comparada ao tratamento

testemunha (8755 kg ha^{-1}), que recebeu 0 kg ha^{-1} de N, sendo o incremento na produtividade de grãos de 2.448 kg ha^{-1} (28%).

A produtividade de grãos da cultura de milho depende diretamente da atividade fotossintética da planta, sendo que a fotossíntese, por sua vez, depende da área foliar e do tempo de permanência das folhas em plena atividade na planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008). Segundo Basi et al. (2011) o nitrogênio é determinante para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, já que pode influenciar nos processos fisiológicos essenciais para a manutenção da vida vegetal.

O incremento fornecido pelo N, nos componentes comprimento de espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos (figura 3), mostra-se como responsável pelo acréscimo da produtividade (figura 4). A produtividade depende do número de grãos polinizados e desenvolvidos e da quantidade de fotoassimilados disponíveis (fotossíntese). Com relação ao número de grãos, ele é variável dentro e entre cultivares, e é influenciado por fatores ambientais (MAGALHÃES et al., 2002).

Durante a safrinha, as condições climáticas foram adequadas as necessidades da cultura, embora a produtividade tenha sido inferior aos híbridos modernos disponíveis, provavelmente devido a diminuição da temperatura e do comprimento do dia na época de enchimento dos grãos da cultura. Cardoso et al. (2004) observaram que em alguns anos de cultivo, a ocorrência de temperaturas baixas entre o florescimento e a maturação fisiológica determinou a finalização abrupta do período de enchimento de grãos no milho, decorrente das baixas taxas de crescimento que são influenciadas pelas temperaturas, o que ocorreu nas semeaduras dos meses de março e abril, mesmo período de semeadura da cultura do presente trabalho. O milho é uma planta de metabolismo C4, que apresenta alta eficiência na utilização de luz e CO₂. Portanto, uma das causas da redução de produtividade do milho é a deficiência de luz em períodos críticos do desenvolvimento, como, por exemplo, enchimento de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

Segundo Cruz et al. (2011), o milho safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelas limitações de água, radiação solar e temperatura em estádios avançados de desenvolvimento. A baixa produtividade do híbrido mesmo no ponto de máxima resposta a $149,5 \text{ Kg ha}^{-1}$, deve-se também a menor disponibilidade hídrica após o florescimento da cultura. Pois em seguida a este estágio, a precipitação foi menor a exigida para a cultura, resultando em menor produção de grãos.

3.5 CONCLUSÃO

O produto a base de aminoácidos, aplicado de forma suplementar a adubação nitrogenada, não influencia nas características agronômicas e o desempenho produtivo da cultura do milho cultivado na safrinha.

A adubação nitrogenada não altera o diâmetro do colmo e população de plantas.

O nitrogênio aplicado em cobertura proporcionou efeito linear crescente para as variáveis altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira.

O comprimento de espiga, massa de mil grãos e produtividade obtiveram resposta máxima ao nitrogênio aplicado em cobertura nas doses de 135,3, 157 e 149,5 Kg ha⁻¹, respectivamente. O maior teor de N foliar foi observado na dose de 120 Kg ha⁻¹, com 24,2 g Kg⁻¹.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. **Oferta e demanda de milho**. Disponível em:

<<http://www.abimilho.com.br/estatistica>>. Acesso 24 de jan. 2012.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.467-473, 2005.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum. cv. napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1643-1651, dez. 2003. Edição especial.

ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.8. p.771-777, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples a redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, n. 1, p.71-78, 2001.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975.

BASI, S.; NEUMANN, M. MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.219-234, 2011.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 9, p.1101-1106, 2001.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. da S.; CRUZ, S. C. S.; ABREU, M. L. de; BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, n.1, p.75, 2012.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (ed). **Milho - Nutrição e Adubação**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 36-55.

CANTARERO, M. G.; CIRILO, A. G.; ANDRADE, F. H. Night temperature at sinking affects kernel set in Maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 703-710, 1999.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha Em londrina - pr, utilizando o modelo ceres-maize. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.291-300, maio/ago. 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2012**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2012.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. 1º Ed. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.

CRUZ, J. C.; SILVA, G. H. da; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. **Sistema de Produção de Milho Safrinha de Alta Produtividade: Safras 2008 e 2009**. Circular técnica 160: Embrapa. Sete Lagoas, MG. Novembro, 2011.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J.L.; IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.933-938, 2002.

DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; MANFRON, P. A.; PILAU, F. A.; SOARES, M. A.; BONNECARRERE, R. A. G.; OHSE, S. Efeito de boro e nitrogênio na cultura do milho. **Insula**, v1, n.33, p.51-67, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa-SPI; Rio de Janeiro, Embrapa-Solos, 2006. 306p.

ERNANI, P.R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada pra a macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

FANCELLI, A. L.; D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Guaíba: 2º Ed. Agropecuária. 2008. 360p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônomico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 285-296, 2007.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.131-138, jan./mar. 2001.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo fundo: 3.ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. p.751.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2. p.169-177, 2012.

HEATHCOTE, R. G.; SMITHSON, S. P. Boron deficiency in cotton in Northern Nigeria. I. Factors influencing occurrence and methods of correction. **Experimental Agriculture**, v. 10, n. 199-208, 1974.

INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná: classificação climática**. Disponível em:

<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2012.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. de; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. da. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, jul/set. 2009.

LANA, M. C.; WOYTICHOSKI JÚNIOR, P. P.; LUCCA BRACCINI, A.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.433-438, 2009.

LIMA, M. da G. de S.; MENDES, C. R.; NASCIMENTO, R. do; LOPES, N. F.; CARVALHO, M. A. P. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. **Revista Ceres**. V 56, n. 3. p358-363, 2009.

LOPES, M.M.S.; ALVES, G.A.R.; OLIVEIRA NETO, C.F.; OLIVEIRA, N.N.S.; M., J.A. SANTOS, D.G.C.; OKUMURA, R.S.; LOBATO, A.K.S.; M., W.J.; MAIA, S. Comprimento, diâmetro e matéria seca da espiga em milho sob influência de vários níveis de nitrogênio. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Goiânia. 2010, CD-Rom.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10 p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 76).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, N. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.267-274, 2003.

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; SILVA, M.R.; ORTIZ, S.; BERTONCELI. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: Anais do IV In: **Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá. 2011. p.319. p.173-219.

MARIOT, C.H.P.; SILVA, P. R. F.; MENEZES, V. G.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.233-241, 2003.

MELGAR, R.J.; SMITH, T.J.; CRAVO, M.S. & SÁNCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 15:289-296, 1991.

MEIRA, F. de A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; ANDRADE, J. A. da C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSERA, E. R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*zea mays l.*) Para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p.418-427, 2005.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos a base de aminoácidos na cultura do trigo. Cascavel: **Cultivando o Saber**, v.2, n.4, p.141-148, 2009.

PIONNER – **Híbridos de Milho**. Disponível em <<http://www.pioneersementes.com.br/ProdutosDetalheMilho.aspx?id=65>>. Acesso em 20 de Janeiro de 2013.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C.; Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

RAGAGNIN, V. A.; SENA JÚNIOR, D. G. de; KLEIN, V.; LIMA, R. S.; COSTA, M. M.; OLIVEIRA NETO, O. V. de. Adubação nitrogenada em milho safrinha sob plantio direto em Jataí – GO. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 70-77, mai/ago. 2007.

RAIJ, B, van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p.60-61. (Boletim, 100)

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6ª Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 2001, 905p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura de milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n. 1, p. 13-24,1994.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SANTOS, H. P.; PEREIRA, L. R. Efeito de sistemas de sucessão de cultura de inverno sobre algumas características agronômicas de milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.4, p.1691-1694, 1994.

SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. de; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.75-88, 2006.

SILVA, E.C. da; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.353-362, 2005a.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 725-733, 2005b.

SILVA, P. S. L. e; OLIVEIRA, F. H. T. de; SILVA, P. I. B. e. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, Set. 2003.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1057-1064, 2002.

SORATTO, R. P.; COSTA, T. A. M. da; FERNANDES, A. M.; PEREIRA, M.; MARUYAMA, W. I. Parcelamento de fontes alternativas de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.2, p.179 – 188, 2012.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.511-518, 2010.

SORATTO, R. P.; SILVA, A. H. da; CARDOSO, S. M.; MENDONÇA, C. G. Doses e Fontes Alternativas de Nitrogênio no Milho sob Plantio Direto em Solo Arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**. vol.35 no.1 Lavras Jan./Feb. 2011.

SOUZA, E. de F.C. de; SORATTO, R.P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.387-397, 2006.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E. de; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia** vol.70 no.2 Campinas 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: 4.ed. Artmed, 2009. 848p.

TRIBOÏ, E.; TRIBOÏ-BLONDEL A.M. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem – invited paper. **Europe Journal Agronomy**, n.16, 163–186. 2002.

WANG, G.; KANG, M.S.; MORENO, O. Genetic analyses of grainfilling rate and duration in maize. **Field Crops Research**, v.61, p.211- 222, 1999.

YAMADA, T. Manejo do nitrogênio na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Coords.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: ESALQ, 1997. p.121-130.

4 ARTIGO B

APLICAÇÃO FOLIAR DE AMINOÁCIDOS COMO SUPLEMENTO A ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES CULTIVARES DE TRIGO

4.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo: O manejo e a recomendação da adubação nitrogenada é complexa devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas do nitrogênio, dependência das condições edafoclimáticas, vulnerabilidade a perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e erosão, além dos processos de imobilização biológica. A incorporação de aminoácidos via foliar pode suplementar o fornecimento de N em determinados estágios de desenvolvimento da planta. Desta forma, o objetivo foi estudar os efeitos da aplicação foliar tardia de aminoácidos nas características agrônômicas e desempenho produtivo de cultivares de trigo. O experimento foi conduzido em Londrina, PR, sob o delineamento experimental de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com 4 repetições. Foram avaliadas quatro doses do resíduo agroindustrial a base de aminoácidos (0, 10, 20, 30L ha⁻¹), aplicadas na fase de emborrachamento da planta, em quatro cultivares de trigo (IPR Catuara, BRS Gaivota, Quartzo e CD 120). A adubação de cobertura consistiu de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicada na fase de perfilhamento na forma de uréia. As parcelas foram constituídas de seis linhas de sete metros espaçadas de 0,17 m. As variáveis analisadas foram: teor de clorofila foliar, altura de plantas, número de espigas por metro quadrado, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por espigueta, massa de mil grãos e produtividade. O produto a base de aminoácidos aplicado via foliar não alterou o desempenho produtivo das cultivares de trigo Catuara, Gaivota e Quartzo. Para cultivar CD 120 o aumento das doses de aminoácidos foliar aplicadas na fase de emborrachamento das plantas incrementou o número de grãos por área, sem alterar o rendimento de grãos. A cultivar Quartzo resultou em desempenho produtivo superior em relação as demais cultivares com produtividade média de 4237,2 Kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Adubação foliar. Nitrogênio. Componentes de produção. *Triticum aestivum*.

LEAF APPLICATION WITH AMINO ACIDS AS NITROGEN SUPPLEMENT IN DIFFERENT VARIETIES OF WHEAT

Abstract: The management of nitrogen fertilization and the recommendation is difficult because of the multiplicity of chemical and biological reactions of nitrogen, soil and climatic conditions of dependency, vulnerability to loss by leaching, volatilization, denitrification and erosion, and immobilization of biological processes. The incorporation of additional amino acids foliar can not supply certain stages of plant development. Thus, the objective was to study the effects of foliar application of amino acids in late agronomic and yield performance of wheat cultivars. The experiment was conducted in Londrina, PR, The experimental design was randomized blocks in subdivided plots with 4 replications in a factorial 4x4. We evaluated four doses of agroindustrial residue-based amino acid, (0, 10, 20, 30L ha⁻¹), applied at the stage of booting the plant in four wheat cultivars (IPR Catuara, BRS Seagull, Quartz and CD 120). The plots consisted of six rows spaced seven feet of 0.17 m. The variables analyzed were: leaf chlorophyll content, plant height, number of ears per square meter, number of spikelets per spike, number of grains per spike, number of grains per spikelet, thousand grain weight and yield. The amino acid based product applied foliar did not alter the yield performance of wheat cultivars Catuara, Seagull and Quartz. To cultivate CD 120 increased doses of amino acid foliar applied at the stage of booting plants increases the number of grains per area without changing the yield. Cultivar Quartz resulted in performance compared against other cultivars with an average yield of 4237.2 kg ha⁻¹.

Keywords: Foliar fertilization. Nitrogen. Yield components. *Triticum aestivum*.

4.2 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) representa cerca de 30% da produção mundial de grãos, com áreas de cultivo nos mais diversos países. Dentre os maiores produtores estão: China, União Européia, Índia, Estados Unidos, Rússia, Canadá e Austrália. O Brasil ocupada uma pequena porção, com 0,77% da produção mundial (CADORE; MARCOLIN, 2011; ABITRIGO, 2013).

A produção brasileira oscila entre 5 e 6 milhões de toneladas anuais (CONAB, 2012). O consumo do grão no Brasil gira em torno de 10 milhões de toneladas por ano, sendo que destas, de 4 a 7,5 milhões são supridas pela importação, principalmente da Argentina, o que nos torna dependentes do mercado externo (FANGUEIRO, 2010). A região sul do Brasil sempre foi a maior produtora de trigo do país, respondendo por mais de 90% do total (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009). De acordo com dados da CONAB (2012) os estados da região Sul possuem área de cultivo de 2.050,9 milhões de ha, sendo o Paraná o estado com maior área, com 1.042,5 milhões de ha, seguido pelo Rio Grande do Sul com 932,4 milhões de ha e Santa Catarina com cerca de 76 milhões de ha.

O cultivo de trigo é difundido no mundo pelos inúmeros derivados obtidos da sua industrialização, que vão desde a farinha para fabricação de pães, massas e biscoitos, o farelo usado na alimentação animal como complemento vitamínico, o gérmen utilizado na indústria farmacêutica e, a produção de óleos e dietéticos. Devido a sua plasticidade de adaptação é cultivado tanto em regiões subtropicais quanto tropicais (DALMAGO et al., 2009).

Sua participação no sistema de produção é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e grandes propriedades principalmente da região Sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação e/ou sucessão com as culturas da soja e do milho, em semeadura direta (VALÉRIO et al., 2009).

O estabelecimento de práticas de manejo que otimizem os insumos aplicados, especialmente de fertilizantes, pode contribuir para aumentar a produtividade nas lavouras de trigo brasileiras e reduzir o custo de produção (ZAGONEL et al., 2002). O nitrogênio desempenha papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente no grupo das gramíneas, representado pelo trigo (TEIXEIRA FILHO et al., 2008). Esse nutriente desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos (PAVINATO et al., 2008).

A adubação nitrogenada em trigo é realizada tradicionalmente em duas etapas: por ocasião da semeadura e, no início do estágio de perfilhamento, antes do início do processo de diferenciação floral (cerca de 15 dias após a emergência) (ESPINDULA et al., 2010). Já a aplicação tardia de N, no emborrachamento, pode incrementar a sobrevivência dos afilhos emitidos pela planta, aumentar a massa dos grãos de trigo, o teor de proteínas nos grãos e, conseqüentemente a qualidade industrial do trigo (COSTA et al., 2013).

A eficiência da aplicação da uréia, principal fonte de adubação nitrogenada utilizada, depende muito da ocorrência de condições climáticas adequadas, principalmente precipitação, o que nem sempre ocorre na fase fenológica indicada para aplicação. Esse problema é ainda mais acentuado para o trigo, que é cultivado no inverno, quando as precipitações não são regulares na maioria das regiões produtoras (CAZETTA et al., 2007; SILVA et al., 2005; YANO et al., 2005).

A aplicação de nitrogênio foliar é uma prática que consiste da utilização de uréia (ou outra fonte) diluída em água e aplicada em sistema de pulverização. Nesse procedimento a absorção foliar de nitrogênio é mais eficiente, pois se utilizam de pequenas quantidades por hectare de nitrogênio devido à maior absorção, reduzindo ainda as perdas por lixiviação (BENETTI et al., 2011).

A adubação foliar pode reduzir o tempo de retardo entre a aplicação e a absorção pela planta, o que poderia ser importante durante uma fase de rápido crescimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009). Contudo, a função da adubação foliar na prática agrícola é de complemento à adubação feita no solo, no que diz respeito ao fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio para as culturas. Deste modo, a incorporação de N via adubação foliar com aminoácidos em determinados estágios de crescimento da planta pode ser uma prática interessante para suplementar o fornecimento de N via solo (LIMA et al., 2009).

A utilização de aminoácidos na agricultura brasileira e nos demais países vem aumentando de forma acentuada, devido as inúmeros benefícios que estas substâncias orgânicas vem proporcionando as plantas. A utilização de aminoácidos contribui para o aumento da produtividade das mais diversas culturas e da qualidade dos produtos agrícolas (CAÇO, 2012).

Embora não se tenham muitos dados sobre a absorção de aminoácidos via foliar, Castro (2009) relata a importância destes na absorção e transporte dos nutrientes minerais através da membrana celular, visto que, as formulações organominerais, nas quais os nutrientes estão ligados a compostos orgânicos, tais como aminoácidos e proteínas de origem vegetal, representam a mais recente geração de fertilizantes foliares no mercado.

A aplicação de aminoácidos pode influenciar na eficiência da adubação nitrogenada, pois a regulação da absorção do N pelas raízes é explicada pela atividade proteolítica que libera aminoácidos nas folhas que, por sua vez, são translocados para os grãos (TRIBOI; TRIBOI-BLONDEL, 2002).

A importância dos aminoácidos nas plantas, assim como em todos os seres vivos, é indiscutível, pois estão envolvidos em grande parte do metabolismo primário e secundário, levando à síntese de vários compostos que influenciam na produção e qualidade dos frutos e sementes (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010). Há também funções particulares nas plantas em que aminoácidos específicos estão presentes. A glicina está presente na formação da clorofila, o ácido glutâmico no crescimento e funcionamento dos meristemas, a prolina e hidroxiprolina pela fertilidade do pólen e consistência das paredes celulares, a alanina nos processos fisiológicos em geral, a arginina pelo desenvolvimento radicular e a serina no balanço hídrico da planta (TAIZ; ZIEGER, 2009).

Desta forma, o objetivo foi estudar os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos no estágio de emborrachamento das plantas sobre as características agronômicas e desempenho produtivo de cultivares de trigo.

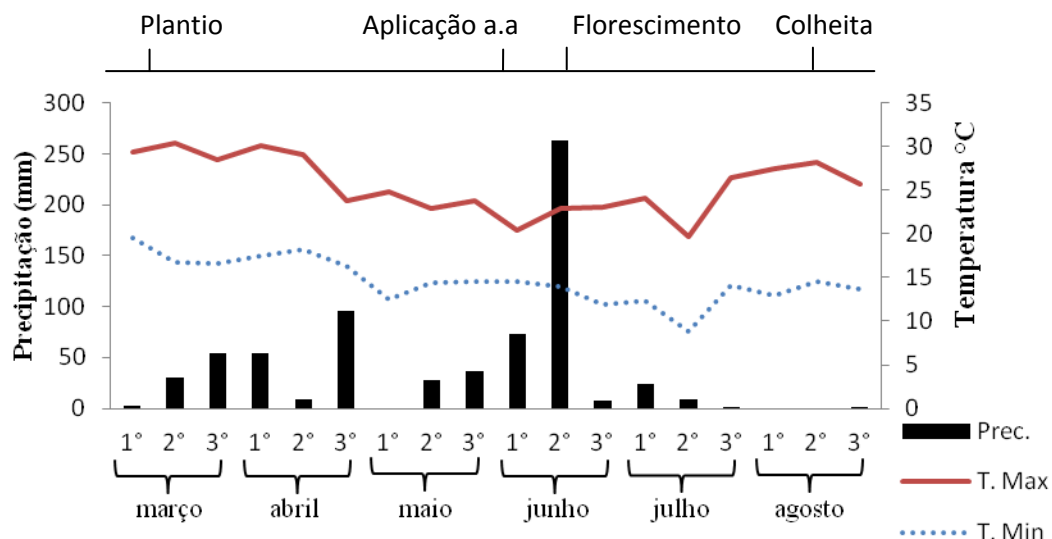
4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano de 2012 em área localizada na Estação Experimental do IAPAR, em Londrina, PR (latitude 23°23'S e longitude 51°11'W, altitude de 600m).

Conforme classificação climática de Koppen, o clima da região é do tipo CFA, clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida. A temperatura média anual é de 20,2 °C, a média da temperatura máxima é de 27,0 °C e a média da temperatura mínima é de 14,8 °C. A umidade relativa do ar é de 75% (IAPAR, 2012). Os dados climáticos durante a condução do experimento foram obtidos na estação meteorológica do IAPAR, e estão apresentados na Figura 4.1.

O solo onde foi conduzido o experimento é do tipo Nitossolo Vermelho eutroférico latossólico (EMBRAPA, 2006), com fertilidade e retenção de água mediana, textura argilosa, boa drenagem, lençol freático muito profundo e baixo teor de matéria orgânica (SANTOS et al., 2006).

Figura 4.1 – Precipitação (mm) e médias das temperaturas, máximas e mínimas (°C), por decêndio, durante a condução do experimento em Londrina – PR.



O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com 4 repetições, correspondente as cultivares, alocadas na parcela e, doses do produto a base de aminoácidos na subparcela. As doses do resíduo agroindustrial a base de

aminoácidos utilizados foram de 0, 10, 20, 30 L ha⁻¹, aplicadas durante a fase de emborrachamento das plantas, em quatro cultivares de trigo (IPR Catuara, BRS Gaivota, Quartzo e CD 120), cujas características são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Cultivares de trigo utilizadas no experimento, Londrina – PR, 2012.

Cultivar	Ciclo	Obtentor	classe comercial
Quartzo	Médio	Biotrigo	Pão
IPR Catuara	Precoce	IAPAR	Melhorador
CD 120	Médio	COODETEC	Brando
BRS Gaivota	Médio	Embrapa Trigo	Pão

(BIOTRIGO, 2012; COODETEC, 2012; BASSOI, 2012).

A aplicação do complexo de aminoácidos foi realizada por meio de um pulverizador costal de CO₂, com uma barra de aplicação de dois metros na fase de emborrachamento das plantas de trigo. O aminoácido de cada subparcela, referente a dose pré-estipulada, foi diluído em 500ml de água com o auxílio de uma proveta graduada e acondicionados em garrafas tipo pet para serem acopladas ao pulverizador costal e deste modo serem aplicadas sobre a cultura, em cada subparcela. Nas subparcelas concernentes a testemunha, aplicou-se água no mesmo volume.

Segundo a empresa fornecedora, o produto a base de aminoácidos é uma linha de aditivos que podem ter seu uso de forma líquida (via foliar) ou sólida (via raiz) com alta concentração de nutrientes orgânicos cujo princípio ativo principal são os aminoácidos (Tabela 4.2), originado de resíduo agroindustrial da proteína colagênica animal.

Ainda segundo o fornecedor, o produto pode ser absorvido via sistema radicular, pelas folhas, caules e ramos. Ainda, o produto é 100% solúvel em água e biodegradável, é atóxico, não agride a fauna e a flora sem nenhuma substância derivada do petróleo e livre de metais pesados. A recomendação do produto para a cultura do trigo é de 6 a 8 litros do produto comercial por hectare, em duas fases: no perfilhamento e no emborrachamento.

Tabela 4.2 – Aminoácidos presentes no produto comercial na forma líquida, com base em 100 g de amostra.

Aminoácido	Concentração (%)
L-Glicina	5,08 %
L-Prolina	2,94 %
L-Alanina	2,02 %
L-Ácido Glutâmico	2,28 %
L-Ácido Aspártico	1,34 %
L-Arginina	1,56 %
L-Serina	0,65 %
L-Leucina	0,65 %
L-Lisina	0,48 %
L-Valina	0,53 %
L-Treonina	0,30 %
L-Fenilalanina	1,13 %
L-Isoleucina	0,34 %
L-Tirosina	0,14 %
L-Histidina	0,16 %

As parcelas foram constituídas de seis linhas de sete metros, com espaçamento de 0,17 m entre elas, totalizando em uma área útil de 6,12 m². A semeadura foi realizada dia 18 de março de 2012, de forma convencional e a emergência das plântulas aconteceu dia 26 do mesmo mês.

A adubação de base foi realizada de acordo com a análise de solo (Tabela 4.3), com 300 Kg ha⁻¹ do formulado 10-30-10 e, na adubação nitrogenada de cobertura utilizou-se 60 Kg ha⁻¹ de N, aplicado no momento do perfilhamento, sob dia chuvoso, utilizando-se a uréia como fonte.

Tabela 4.3 – Análise de solo realizada na área de condução do experimento, na profundidade de 0 – 20 cm, na estação experimental do IAPAR. Londrina/PR, 2012.

Prof.	mg/dm ³ g/dm ³		Ph (CaCl ₂)	Cmolc/dm ³ de solo							%		
	P	C		AL	H+AL	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	SAI	MO
0-20	24,5	19,28	5,3	0	5,34	5,25	2,87	0,88	9	14,34	62,7	0	1,928

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

A colheita foi realizada de forma mecanizada, em 15 de agosto. As variáveis analisadas foram: a) Teor total de clorofila foliar - realizada através de um medidor Eletrônico de Teor de Clorofila, modelo CFL1030 – Falker, que faz leituras instantâneas. As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas. As leituras foram efetuadas na folha bandeira de cinco plantas de trigo por parcela, no estádio de florescimento pleno da cultura; b) Altura de plantas - medida no estádio de

maturação das plantas com o auxílio de uma régua graduada, e foi definida como sendo à distância (cm) do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo-se as aristas. Foram medidas cinco plantas ao acaso e, representativas da área útil de cada parcela; c) Número de espigas por metro quadrado - na ocasião da colheita, foi determinado por meio de contagem, o número de espigas em 1,0 m de fileira de plantas ao acaso na área útil das parcelas. Em seguida, foi calculado o número de espigas por m².

Na colheita, foram tomadas 10 espigas de trigo ao acaso da área útil de cada parcela, que foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório, para as determinações do: c) Número de espiguetas por espiga - determinado a partir da contagem de todas as espiguetas com grãos da espiga; d) Número de grãos por espiga - obtido a partir da contagem e divisão do número de grãos pelo número de espigas, de cada unidade experimental; e) Número de grãos por espiguetas - determinado a partir da divisão do número de grãos por espiga pelo número de espiguetas por espiga, de cada unidade experimental; f) Massa de mil grãos - após a coleta ao acaso e pesagem de 3 amostras de 1000 grãos por parcela, foi determinada a massa de mil grãos em balança de precisão 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida).

A produtividade de grãos foi determinada pela coleta das plantas contidas nas três linhas centrais de cada parcela, com cinco metros cada. Após a trilha mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade da variância, pelo teste de Bartlett. Em seguida foram submetidos à análise de variância (ANAVA) com desdobramento das interações. Os dados de doses de aminoácidos foram submetidos a análise de regressão e os de cultivares foram submetidos a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve efeito significativo das doses de aminoácidos aplicadas no estágio de emborrachamento em todas as variáveis analisadas na cultura do trigo, exceto para o número de grãos por m². A ausência de resposta ao aminoácido pode ser explicada devido ao déficit hídrico ocorrido após a aplicação do produto na cultura (Figura 4.1). Segundo Carvalho et al. (2011) a perda de água do tecido da planta produz efeitos diretos, como redução do potencial químico ou atividade da água, além de aumentar a concentração de macromoléculas e de solutos de baixos pesos moleculares. Pode, também, interferir nas

relações espaciais em membranas e organelas, através da redução do seu volume, reduzindo a pressão hidrostática dentro das células, além de outros.

Contrariando os resultados obtidos nesse estudo Picolli et al. (2009), ao estudarem a aplicação de produtos a base de aminoácidos como tratamento de sementes e na fase de perfilhamento na cultura do trigo, concluíram que, esses proporcionaram ganhos significativos em produtividade de grãos e também trouxeram benefícios a cultura em situações adversas do clima, como o déficit hídrico. Brandão (2007), também ressaltou que os aminoácidos proporcionam maior tolerância ao stress hídrico e geadas, fator este que deve ter contribuído para o ganho em produtividade.

Contudo, o déficit hídrico ocorrido nos trabalhos de Picolli et al. (2009) e Brandão (2007) aconteceu algum tempo após a aplicação do produto, permitindo a resposta da planta ao mesmo, ao passo que neste experimento as condições adversas imediatamente após a aplicação provavelmente impediram a absorção e ação do produto a base de aminoácidos.

A ausência de resposta do produto a base de aminoácidos também pode estar associada a dificuldade de absorção as doses utilizadas, já que foram superiores as recomendadas. No momento da aplicação, foi possível observar que apesar da diluição do produto em 500 ml de água, a calda manteve-se espessa mesmo após aplicada sob as folhas, o que pode provavelmente ter diminuído ou até inibido a absorção do produto. A absorção de nutrientes pelas folhas é mais efetiva quando a solução de nutrientes permanece sobre elas como uma fina camada (MENGEL; KIRKBY, 1987). Contudo, a produção dessa fina lamina exige, frequentemente, que as soluções de nutrientes sejam suplementadas com produtos químicos surfactantes, que reduzem a tensão superficial (TAIZ; ZEGER, 2009) e permitam melhor absorção.

A época de aplicação também pode ter influenciado o resultado, visto que a empresa fornecedora do produto recomenda a aplicação em dois estádios desenvolvimento: metade da dose no perfilhamento e metade no emborrachamento, como um aditivo aos fertilizantes. Contudo durante o perfilhamento foi utilizado apenas ureia como fonte de N, e no emborrachamento o produto foi utilizado sem a utilização de outro fertilizante, o que pode ter corroborado para a ausência de efeito do produto.

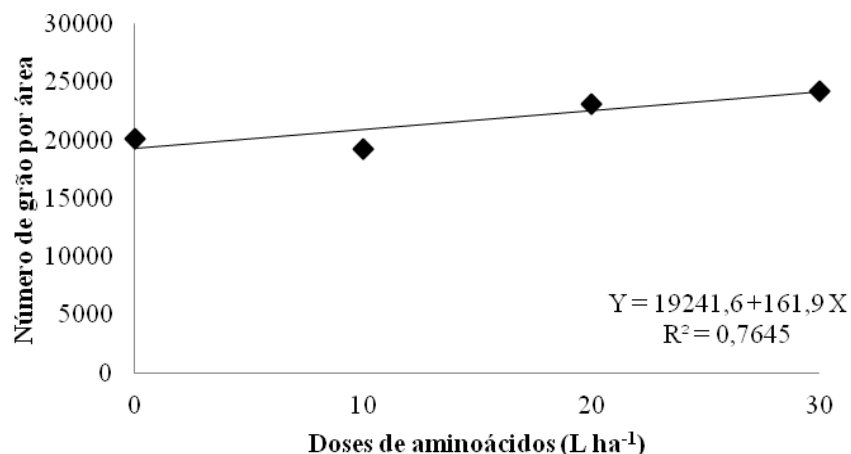
No emborrachamento a planta já está quase que totalmente desenvolvida e a maioria dos componentes de produção já determinados. Deste modo, o produto aplicado só proporcionaria efeito no número de grãos e massa de mil grãos, pois são componentes determinados após a fase de emborrachamento. Mundstock (2005) estudando distintos genótipos de trigo constatou que o nitrogênio aplicado no período de emborrachamento tem

pouco ou nenhum efeito sobre o rendimento final, mas em algumas ocasiões pode resultar no aumento do peso de grãos (especialmente se as plantas apresentarem sintomas de deficiência) e no aumento da quantidade de proteína do grão, que poderá, eventualmente, melhorar a qualidade para panificação.

Assim, o aumento de produtividade em função das doses de aminoácidos poderia ser obtida no caso da aplicação de parte da dose no momento do perfilhamento, conforme recomendações do fabricante do produto. Bredemeier e Mundstock (2001) concluíram que para os componentes de rendimento terem sua expressão favorecida o nitrogênio deve ser disponibilizado às plantas de trigo, preferencialmente, entre a emergência e a emissão da sétima folha do colmo principal.

A análise de regressão não demonstrou efeito significativo para as doses de aminoácidos aplicadas via foliar na fase de emborrachamento das plantas. Porém, para o número de grãos por área no desdobramento das doses de aminoácidos dentro da cultivar CD 120 houve resposta linear ao incremento das doses de aminoácidos aplicados via foliar (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Número de grãos por área em função de doses e aminoácidos para a cultivar de trigo CD 120. Londrina/PR, 2012.



Houve um incremento no número de grãos por m² com o aumento da dose de aminoácido para a cultivar CD120, com maior número na dose de 30 L ha⁻¹, não sendo possível, devido ao ajuste linear crescente, determinar o ponto de máxima resposta dessa variável. Silva et al. (2012) só obtiveram resposta positiva na aplicação foliar para a cultivar CD 114, quando utilizaram uréia associada ao aminoácido, e concluíram que a aplicação de

aminoácidos sem nitrogênio eleva a produtividade de grãos; contudo a resposta produtiva em função doses de nitrogênio é invariável quando aplicado aminoácidos.

A comparação entre as cultivares de trigo dentro de cada dose de aminoácidos, para as diferentes variáveis analisadas, podem ser observadas na Tabela 4.4.

Houve diferenças significativas nas variáveis número de espigas por m², número de grãos por m², número de grãos por espiga, número de espiguetas, número de grãos por espiguetas, altura de plantas, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Os cultivares não diferiram quanto ao teor de clorofila em todas as doses de aminoácidos.

Tabela 4.4 – Comportamento das variáveis analisadas em função das cultivares de trigo Quartzo, BRS Gaivota, CD 120 e IPR Catuara, nas doses de aminoácidos de 0, 10, 20 e 30 L ha⁻¹. Londrina/PR, 2012.

Cultivar	Doses de aminoácidos (L ha ⁻¹)			
	0	10	20	30
Número de espigas por m ²				
Quartzo	663,2 a	611,7 a	610,3 a	597,0 ab
Gaivota	560,3 a	582,3 a	510,3 b	529,4 ab
CD 120	592,6 a	536,7 ab	642,6 ab	639,7 a
Catuara	425,0 b	422,0 b	429,4 c	477,9 b
CV (%)	16,12			
Número de grãos por m ²				
Quartzo	22787,0 a	22454,5 a	21223,8 a	20652,3 a
Gaivota	20994,8 a	22141,6 a	21611,4 a	19786,7 ab
CD 120	20150,0 a	19186,3 a	23106,9 a	24242,9 a
Catuara	13183,6 b	12141,3 b	13341,9 b	14373,5 b
CV (%)	16,68			
Número de grãos por espiga				
Quartzo	37,7 a	38,7 a	34,7 b	34,4 ab
Gaivota	34,3 a	38,7 a	42,4 a	37,4 a
CD 120	34,0 a	35,7 ab	35,9 ab	37,8 a
Catuara	31,1 a	28,7 b	30,9 b	29,9 b
CV (%)	12,18			
Número de espiguetas por espiga				
Quartzo	14,7ab	14,4 b	14,6 b	14,7 b
Gaivota	16,0 a	15,9 a	16,4 a	16,1 a
CD 120	13,6 b	14,5 ab	14,6 b	14,6 b
Catuara	15,8 a	15,2 ab	15,3 ab	15,0 ab
CV (%)	4,97			
Número de grãos por espiguetas				
Quartzo	2,33 ab	2,53 a	2,37 ab	2,33 ab
Gaivota	2,34 ab	2,43 a	2,58 a	2,32 ab
CD 120	2,48 a	2,46 a	2,45 a	2,58 a
Catuara	1,96 b	1,88 b	2,03 b	2,00 b
CV (%)	11,38			
Altura de planta (cm)				
Quartzo	83,9ab	84,9a	86,1a	85,7a

Gaivota	87,5a	85,6a	86,6a	87,1a
CD 120	83,6 b	86,1a	84,2a	85,5a
Catuara	84,5ab	85,0a	85,9a	85,0a
CV (%)	1,91			
Teor de clorofila				
Quartzo	423,7 a	456,0 a	415,5 a	409,7 a
Gaivota	396,5 a	408,0 a	377,2 a	456,5 a
CD 120	411,0 a	451,7 a	399,7 a	402,7 a
Catuara	418,0 a	371,5 a	413,7 a	431,7 a
CV (%)	7,48			
Massa de mil grãos (g)				
Quartzo	34,6 b	33,0 b	33,6 b	34,7 b
Gaivota	31,2 c	30,5 c	30,0 c	32,0 bc
CD 120	30,4 c	30,6 c	30,5 c	30,7 c
Catuara	38,2 a	39,4 a	39,2 a	40,3 a
CV (%)	4,05			
Produtividade de grãos (Kg ha ⁻¹)				
Quartzo	4356,0 a	4161,7 a	4118,5 a	43112,7 a
Gaivota	3281,5 b	3202,7 b	3445,7 a	3474,0 b
CD 120	4295,7 a	3993,0 ab	3799,7 a	3870,7 ab
Catuara	3576,2 ab	3530,0 ab	3609,5 a	3607,5 ab
CV (%)	12,96			

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de grãos por m² para a cultivar Catuara foi inferior as demais quando não foi aplicado os aminoácidos e também na dose de 20 L ha⁻¹. Na dose de 10 L ha⁻¹, a Catuara foi inferior as cultivares Gaivota e Quartzo; já na dose de 30 L ha⁻¹, foi inferior apenas a CD 120. A cultivar Quartzo foi a que obteve os melhores resultados, na testemunha e nas doses de 10 L ha⁻¹ diferindo apenas da Catuara, e na de 20 L ha⁻¹ da Catuara e da Gaivota. Sangoi et al. (2007) ao avaliar diferentes doses de N em três cultivares de trigo, observaram que a maior média de espigas por área foi obtida pela cultivar Rubi com 555 espigas por m², valor próximo aos obtidos neste experimento, contudo essa característica é fortemente influenciada pela interação genótipo e ambiente (FORNASIERI FILHO, 2008).

No número de grãos por m² a cultivar Quartzo apresentou maiores médias para as quatro doses, contudo, não diferiu estatisticamente da Gaivota e CD 120. A Catuara apresentou os menores valores nas doses 0, 10 e 20 L ha⁻¹, diferindo das demais cultivares. Na dose de 30 L ha⁻¹ também apresentou média inferior, mas não diferiu da cultivar Gaivota.

Para o número de grãos por espiga na dose de 0 L ha⁻¹ os genótipos não diferiram entre si. Na dose de 10 L ha⁻¹ a Quartzo e a Gaivota obtiveram maior número de grãos por espiga, e a Catuara o menor, sendo diferente estatisticamente dessas. Na dose de 20 L ha⁻¹ a Gaivota e a CD 120 apresentaram melhor desempenho e não diferiram, já a Catuara e

a Quartzo obtiveram resultado inferior, não diferindo da CD 120. Para 30 L ha⁻¹ a Catuara foi inferior aos demais genótipos, não diferindo da Quartzo.

Dados obtidos por SANGOI et al. (2007) para três variedades de trigo (Fundacep 36, Rubi e BRS 179) apresentaram médias inferiores ao número de grãos por espiga quando comparadas as cultivares utilizadas neste ensaio. Mesmo a variedade que apresentou maior média com 21 grãos por espiga, foi inferior a cultivar Catuara. O que pode ser explicado pela interação do genótipo das cultivares de trigo com o ambiente onde foram cultivadas. Já em trabalho realizado por BRAZ et al. (2006), o número de grãos por espigas foi semelhante ao encontrado neste ensaio, variando de 34 a 36,8.

As cultivares Gaivota e Catuara apresentaram os maiores número de espiguetas por espiga, e a CD 120 o menor número na dose de 0 L ha⁻¹. Na dose de 10 L ha⁻¹ o genótipo Quartzo foi inferior aos demais, e diferente estatisticamente da Gaivota. Nas doses de 20 e 30 L ha⁻¹ as cultivares Gaivota e Catuara apresentaram as melhores médias, não diferindo entre si. Já a Quartzo e CD 120 obtiveram médias inferiores, mas não diferiram da Catuara. BRAZ et al. (2006) obtiveram médias entre 15,7 e 16,4 espiguetas por espiga, para a cultivar Embrapa 42, cultivada sob diferentes cobertura de solo.

O melhor desempenho na cultivar Gaivota no número de espiguetas por espiga, ocorre pelo fato da mesma possuir uma ampla adaptação regional, expressando de forma positiva suas características no ambiente cultivado (EMBRAPA, 2012).

O número de grãos por espiguetas foi maior para a cultivar CD120 nas doses de 0 e 30 L ha⁻¹, diferindo da Catuara. Nas doses de 10 e 20 L ha⁻¹ a Quartzo, Gaivota e CD 120 obtiveram médias superiores a Catuara. Contudo na dose de 20 L ha⁻¹ a Quartzo não diferiu estatisticamente da Catuara. O menor desempenho da cultivar Catuara para essa variável, é explicado, em parte, pela razão de que esta cultivar, segundo Bassoi et al. (2011), é uma cultivar do tipo melhorador, deste modo, o ganho de qualidade esta associado a nível de grão, enquanto as demais foram selecionadas para a produção massal agrícola, sem levar em conta as propriedades qualitativas do grão.

Em altura de planta apenas na testemunha houve diferença estatística com maior média para a Gaivota com 87,5cm e menor para CD 120 com 83,6 cm. Nas demais doses as cultivares não diferiram quanto a altura. Normalmente, plantas com maior estatura, apresentam maior habilidade competitiva com plantas daninhas (FLECK et al., 2006). Contudo a maior estatura de plantas contribui para o aumento do acamamento da cultura. (BRACHTVOGEL et al., 2012).

O teor de clorofila não variou entre as cultivares nas diferentes doses de aminoácidos avaliadas. Isso indica atividade fotossintética semelhante entre as cultivares. O teor de clorofila na folha dos cereais é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio (N) em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlaciona-se positivamente com teor de N (SMEAL; ZHANG,1994; BOOIJ et al., 2000). Essa relação é atribuída principalmente ao fato de que 50 a 70% do N total da folha é integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997).

A massa de mil grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetada pelas condições edafoclimáticas, principalmente temperatura e umidade durante a fase de maturação no campo (COSTA et al., 2013). A massa de mil grãos diferiu significativamente entre os cultivares em todas as doses de aminoácidos aplicadas via foliar. Para Gondim et al. (2008) essa é uma das características mais importantes quando se deseja fazer seleção para o rendimento de grãos. Em todas as doses do produto a base de aminoácidos, a Catuara obteve melhor desempenho e diferiu estatisticamente das demais. A Quartzo apresentou médias superiores e diferentes da CD 120 e da Gaivota, nas doses de 0, 10, 20 L ha⁻¹.

Segundo Bassoi et al. (2011), a cultivar Catuara possui massa de mil grãos superior as demais genótipos e é classificada como melhorador, com média de 43g. Média superior a observada para a mesma cultivar neste trabalho, de 39,2g.

Nas doses 0, 10 e 30 L ha⁻¹, a cultivar Quartzo apresentou produtividade de grãos superior e estatisticamente diferente a Gaivota. As cultivares não diferiram quando utilizado o produto a base de aminoácidos na dose de 20 L ha⁻¹. A produtividade encontrada na cultivar Quartzo assemelha-se a dados encontrados por Porvenzi et al. (2012), em Barracão/RS no ano de 2010 em diferentes densidades, com produtividade entre 4279 a 4703 Kg ha⁻¹.

Nas doses de 0, 10 e 30 L ha⁻¹, a Gaivota apresentou as menores médias, não diferindo estatisticamente da Catuara e da CD 120. Contudo, mesmo tendo desempenho inferior neste trabalho, a Gaivota obteve médias de produtividade superiores as encontradas por Picolli et al. (2009), onde o rendimento de grãos variou de 2.348 a 2.600 kg ha⁻¹, aumentando de forma crescente em relação a testemunha, para o tratamento com maior número de aplicações de produtos a base de aminoácido.

Zagonel (2002) ao testar diferentes doses de N (0, 45, 90 e 135kg ha⁻¹) em Ponta Grossa/Pr, com densidades diferentes obteve maior produtividade da cultivar de trigo OR-1, com máxima de 2.623 Kg ha⁻¹, abaixo da produtividade das cultivares utilizadas neste

estudo, com dose única em cobertura, demonstrando o potencial produtivo superior dos genótipos utilizados, o que pode ser explicado pela interação entre o genótipo e o ambiente. Segundo Falconer e Mackay (1996), o caráter produtividade de grãos é governado por vários genes de pequeno efeito sobre o fenótipo, classificando esse caráter como quantitativo, ou seja, existe forte influência do ambiente na expressão do mesmo. Na cultura do trigo a produtividade e a qualidade dos grãos são afetadas por diversos fatores, entre os quais se destaca o potencial genético da cultivar (TRINDADE et al., 2006), conforme demonstrado neste estudo.

A produção de grãos em diferentes genótipos é função do ajuste dos componentes do rendimento: número de perfilhos por unidade, número de grãos por espiga e o peso médio de grãos. O ajuste desses componentes está diretamente ligado a um controle genético, de herança quantitativa, o que leva a um ajuste entre eles dependendo do tratamento a que são submetidos (COSTA et al., 2013; FREITAS et al., 2007). Na produtividade a Quartzo obteve a maior média em todas as doses com 4237.2, seguida pela Cd 120, Catuara e Gaivota, com 3989.8, 3580.8 e 3351.0, respectivamente.

Observou-se que de maneira geral, nos componentes de produção, a cultivar Gaivota apresentou maiores médias para número de grãos por espiga, número de espiguetas, número de grãos por espiguetas e altura de plantas, contudo obteve menor massa de mil grãos e menor produtividade quando comparada as demais cultivares. Isto deve-se as características genéticas do genótipo utilizado, visto que segundo a Embrapa (2012) A Gaivota é uma cultivar de ciclo médio, apresenta peso médio de sementes de 34g e possui média de produtividade na região de Londrina de 3281 Kg ha⁻¹.

A cultivar Quartzo, apresentou melhor desempenho no número de espigas por m², número de grãos por m² e teor de clorofila, fato que resultou em melhor rendimento da cultura. De acordo com a Embrapa Trigo (2011) em ensaio realizado em coxilha/RS no ano de 2010 a cultivar CD 120 apresentou produtividade de 3068 Kg/ha⁻¹ e a cultivar Quartzo com 3998 Kg/ha⁻¹ quando tratadas com fungicida, resultados inferiores aos observados neste experimento. Já em Cruz Alta/RS a cultivar CD 120 e Quartzo apresentaram produtividades de 4011 e 4210 Kg/ha⁻¹ respectivamente.

A cultivar Quartzo é uma espécie tolerante ao baixo uso de insumos, sendo recomendado aplicar de 60 a 80 Kg ha⁻¹ de ureia (BIOTRIGO, 2012). Motivo pela qual teve os melhores resultados, de maneira geral, nas variáveis analisadas, já que foi utilizado dose única de N em cobertura de 60 Kg ha⁻¹ em todo o ciclo da cultura durante a condução do experimento.

A cultivar Catuara apresentou menor desempenho para número de espigas por m², número de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, e teor de clorofila, e resultados medianos nas variáveis analisadas, com exceção da massa de mil grãos, onde apresentou melhor desempenho, com média de 39,2. Esta cultivar, segundo Bassoi et al (2011), é eficiente e responsiva a adubação, destacando-se, quando supridas essas necessidades, a alta produtividade.

4.5 CONCLUSÃO

O produto a base de aminoácidos aplicado via foliar, como suplemento a adubação nitrogenada, não alterou o desempenho produtivo das cultivares de trigo Catuara, Gaivota e Quartzito.

Para cultivar CD 120 o aumento das doses de aminoácidos foliar aplicadas na fase de emborrachamento das plantas incrementa o número de grãos por área, sem alterar o rendimento de grãos.

A cultivar Quartzito resultou em desempenho produtivo superior em relação as demais cultivares com produtividade média de 4237,2 Kg ha⁻¹.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO. **Produção mundial de trigo**. Disponível em: <<
<http://www.abitrigo.com.br/pdf/PROD-TRIGO.pdf>>>. Acesso em 01 de fev. de 2013.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de.; DANTAS, F. B. Aplicação foliar de aminoácidos e a qualidade das uvas da cv. Benitaka. Boa Vista: **Embrapa Roraima**, 2010. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Roraima, 23).
- BASSOI, M. C.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C. Cultivares de trigo: **Embrapa e Iapar 2011**. Embrapa soja: 1^a. Ed. Londrina, 2011.
- BENNETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.3, p.829-838, jul/set. 2011.
- BIOTRIGO: **informações sobre a qualidade de quartzo no Paraná**. Disponível em <<
<http://quartzotemqualidadepao.com.br/doc/Quartzo-Qualidade-no-Parana.pdf>>> . Acesso em 25 de Nov. de 2012.
- BOOIJ, R.; VALENZUELA, J.L. e AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production**. The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p.72-82.
- BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. da S.; CRUZ, S. C. S.; ABREU, M. L. de; BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, n.1, p.75, 2012.
- BRANDÃO, R.P. **Importância dos Aminoácidos na agricultura sustentável**. Informativo Bio Soja, São Joaquim da Barra, inf.5, p.6-8, 2007.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema e plantio direto após diferentes culturas. **Ciência agrotecnológica.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, mar./abr., 2006.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.317-323, 2001.
- CAÇO, J. **Aminoácidos – nutrientes orgânicos**. Disponível em: <http://www.hubel.pt/hubel/Upload/Images/Artigos/HV_Aminoácidos>. Acesso em: 25 agosto de 2012.
- CADORE, P.; MARCOLIN, L. Sementes de Trigo. **Revista Seed News**, Pelotas, v. xv, n. 4, p. 14-16, 2011.
- CANZIANI, J. R.; GUINARÃES, V. di A. **O trigo no Brasil e no mundo: cadeia de produção, transformação e comercialização**. In: CUNHA, G. R. (ed). Oficina sobre trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2009. p29-72.

CASTRO, P. R. C. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 42p.

CARVALHO, F. E. L.; LOBOL, A. K. M.; BONIFÁCIO, A.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.416-423, 2011.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O. Resposta de cultivares de trigo e triticale ao nitrogênio no sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.155 - 165, 2007.

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v.89, p.557-562, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2012**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2012.

COODETEC. **Trigo 2011**: guia de produtos. Disponível em: <<
<http://restrita.coodetec.com.br/baixar/guia%20trigo.pdf>>> . acesso em 25 de Nov. de 2012.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. *Revista Ciência agrônômica*, v.44, n.2, p.215-224, abr/jun, 2013.

DALMAGO, G. A.; PASINATO, A.; CUNHA, G. R.; SANTI, A.; PIRES, J. L. F. **Cultivo de trigo**. Embrapa Trigo Sistemas de Produção, 4 ISSN 1809-2985, Versão Eletrônica Set/2009. Disponível em: <<
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/zoneamento.htm>>>. Acesso 16 de agosto de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa-SPI; Rio de Janeiro, Embrapa-Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA TRIGO. Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul, 2010. Organizadores: CASTRO, L. R.; CAIERÃO, E.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**. Porto Alegre : Fepagro, 2011. 106p. ; 21 cm. (Documentos / Embrapa Trigo, ISSN 1516-5582 ; 103).

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. de, GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência agrotecnológica, Lavras**, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez., 2010

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4 ed. London: Longman, 1996. 463p.

FANGUEIRO, L. F. Logística do trigo no Brasil: da origem do trigo até o consumidor final. **Tese** (pós Graduação) – Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2010. 39p.

FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D. Interferência de *Raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 425-434, 2006.

FORNASIERI FILHO D. **Manual da cultura do trigo**. ed. Funep, p.336. Jaboticabal, SP, 2008.

FREITAS, J. G. CATARELLA, H.; SALOMON, M. V.; MALAVOLTA, V. M. A.; CASTRO, L. H. S. M.; GALLO, P. B.; AZINNI, L. E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 317-325, 2007.

GONDIM, T. C. de O.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, C. S.; MIRANDA, G. V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.43, n.4, p.487-493, abr. 2008.

INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná**: classificação climática. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2012.

LIMA, M. da G. de S.; MENDES, C. R.; NASCIMENTO, R. do; LOPES, N. F.; CARVALHO, M. A. P. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. **Revista Ceres**. V 56, n. 3. p358-363, 2009.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. International Potash Institute: Bern Switzerland. 1987.

MUNDSTOK, C. M.; **Quando aplicar o nitrogênio em trigo, cevada e aveia**; Departamento de plantas de lavoura. UFRGS Porto Alegre, RS. 2005.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos a base de aminoácidos na cultura do trigo. Cascavel: **Cultivando o Saber**, v.2, n.4, p.141-148, 2009.

PROVENZI, F. D.; BERGAMO, R.; DEBASTIANI, W.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Arranjo espacial de plantas em cultivares de trigo. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 3, n. 1, p. 31-36, jan./jun. 2012.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L. de; ZANIN, C. G.; SCHWEIZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, v.37, n.6, nov-dez, 2007.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SILVA, P.R.F. da. STRIEDER, M. L.; COSER, R. P. da S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L.; SILVA, A. A. da. Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, p.487-492, 2005.

SILVA, R. R.; GAZOLA, D. ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. de B.; STRAPASSON, E. Aplicação foliar de ureia e aminoácidos em trigo. **VI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**: Londrina, 2012.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 25:1495-1503, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: 4.ed. Artmed, 2009. 848p.

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

TRIBOI, E.; TRIBOI-BLONDEL, A.M. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem. **European Journal of Agronomy**, v.16, n.3, p.163–186, 2002.

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

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

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, abr./jun. 2005.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho incrementou os componentes de produção e a produtividade de grãos. No trigo, a dose única de N aplicado em cobertura foi suficiente para proporcionar condições nutricionais adequadas para as plantas, não havendo resposta a adubação foliar suplementar com aminoácidos.

O uso do resíduo agroindustrial a base de aminoácidos no milho não apresentou efeitos sobre as características avaliadas. Contudo, este fato pode ter ocorrido devido ao volume da calda utilizado e/ou a época de aplicação do produto.

Na cultura do trigo, a aplicação do produto a base de aminoácidos na época do emborrachamento não favoreceu o desempenho produtivo das plantas, provavelmente devido a época tardia de aplicação, onde a maioria dos componentes de produção já estão formados. Com exceção da cultivar CD 120, que apresentou efeito positivo do produto aplicado na fase de emborrachamento para a o número de grãos por área.

A antecipação na época de aplicação do produto ou a análise na qualidade nutricional e industrial dos grãos nas culturas do milho e do trigo poderiam mostrar resultados diferentes, com possíveis aumentos na produtividade e melhoria da qualidade.

Os aminoácidos devem ser utilizados como um recurso a mais no planejamento do processo de produção agrícola, para que, em condições desfavoráveis de clima, no momento da aplicação da adubação nitrogenada de cobertura, possam ser utilizados como uma alternativa segura e eficaz para suplementar a nutrição das plantas.

Contudo, devido as poucas informações disponíveis sobre a utilização desses produtos a base de aminoácidos e como estes atuam no crescimento e desenvolvimento vegetal, faz-se necessário a realização de mais estudos na área, a fim de suprir essas informações e com isso estabelecer doses, volume de calda, métodos e épocas de aplicação destes produtos, bem como a interação com outros fatores da produção como a adubação nitrogenada. Ainda, devido aos efeitos ambientais sobre os fatores de estudo, o experimento deve ser conduzido com mais de um ano de avaliação.

A grande parte do N utilizado na agricultura não é absorvido pelas plantas e sofre perdas, podendo poluir o ambiente. A utilização do produto a base de aminoácidos é um meio de reaproveitar e dar um destino adequado ao resíduo agroindustrial proveniente dos curtumes, diminuindo a poluição ambiental e reduzindo os custos de produção para o produtor.