

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**



Dissertação

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
TRIGO PRODUZIDAS EM SOLO COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FÓSFORO**

MIRELA ROSSETTO BERTONCELLO

PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL
JUNHO DE 2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS EM SOLO COM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

MIRELA ROSSETTO BERTONCELLO

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof.Dr. Antônio Carlos Souza de Albuquerque Barros, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL
JUNHO DE 2010

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

B547a Bertoncello, Mirela Rossetto
 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo
 produzidas em solo com diferentes níveis de fósforo / Mirela
 Rossetto Bertoncello ; orientador Antonio Carlos Souza de
 Albuquerque Barros. – Pelotas, 2010. – 58f. : il. – Disserta-
 ção (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e
 Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu
 Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

 1.Sementes. 2.Trigo. 3.Fósforo. 4.Qualidade fisiológica.
 5.Composição química. I.Barros, Antonio Carlos Souza de Al-
 buquerque. II.Título.

CDD: 633.11

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS EM SOLO COM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

MIRELA ROSSETTO BERTONCELLO

Engenheira Agrônoma

BANCA EXAMINADORA

- Prof.Dr. Antonio Carlos Souza de Albuquerque Barros
- Dr. Demócrito Amorim Chiesa Freitas
- Prof. Dr. Jorge Luiz Martins
- Dr. Geri Eduardo Meneghello

*Dedico este trabalho a meus queridos
pais Telvino e Marli, minhas irmãs
Mônica e Marina, minha grande
amiga Jadyi e a meu eterno
amor Edimo.*

DEDICO

Agradecimentos

Á Deus pelo dom da vida;

Aos meus pais, Telvino Bertoncello e Marli M. Rossetto Bertoncello que sempre acreditaram no meu potencial, sempre me incentivaram a estudar e a batalhar pelos meus sonhos e que em muitas ocasiões abriram mão dos seus próprios desejos em prol do meu. Obrigada, amo vocês.

As minhas irmãs, Mônica e Marina, o melhor presente que a vida me deu, com elas o meu mundo é mais alegre e divertido, sempre por perto quando as coisas apertam, incentivando e ajudando.

Ao meu marido, pelo amor, carinho, dedicação, companheirismo e amizade, pela ajuda e incentivo nas disciplinas da faculdade e da vida. Te amo.

Meus cunhados, que nunca mediram esforços para auxiliar nessa caminhada.

Ao meu orientador prof. Barros, pela valiosa orientação, amizade, dedicação e por não ter medido esforços para melhorar minha formação profissional e pessoal.

Á sementeira Três Tentos Agroindustrial Ltda/RS, por permitir a realização do estudo, em especial ao Eng. Agrônomo Teomar da Rocha Müller.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, Irene, Alice, Alessandra e Verônica, que foram grandes amigas nessa caminhada, muito obrigada pelas horas de alegria.

Aos colegas de pós-graduação, os quais posso, com muito orgulho, chamar de amigos, Jadiyi, Leomara, Fernanda, Marivan e Juliana, obrigada pelas horas divertidas de estudo, de chimarrão, de fofocas e de muito lanche no círculos, nós formamos uma grande equipe.

A Fernanda Quintanilha Azevedo uma grande amiga, obrigada por estar sempre por perto.

A Danieli e Fabiane Ebel, pela amizade, carinho, compreensão e muita alegria nos momentos difíceis.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS EM SOLO COM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

AUTORA: Mirela Rossetto Bertocello

ORIENTADOR: Antônio Carlos Souza de Albuquerque Barros

RESUMO: À medida que o setor sementeiro profissionaliza-se, as áreas de produção de sementes tornam-se mais tecnificadas e além do percentual alto de sementes viáveis, o mercado exige características fisiológicas associadas ao vigor, como qualidade e desempenho desse insumo. Cresce também o monitoramento de cada fase do processo produtivo, o surgimento de uma nova tecnologia, a agricultura de precisão, o uso racional dessa tecnologia permite, entre outras atividades, a distribuição de fertilizantes de acordo com a necessidade da cada fração de área a ser cultivada, permitindo determinar quando e onde, o insumo deve ser aplicado, baseado na geração e análise de mapas de produtividade e atributos de solo. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações fisiológicas e químicas em sementes de trigo, cultivadas sob sistema de plantio direto, com emprego da técnica de agricultura de precisão. Áreas com nível de fósforo diferente e adubação diferenciada geraram sementes para o desenvolvimento do estudo, elas foram avaliadas no potencial fisiológico, na composição química e mineral através dos testes de primeira contagem da germinação, germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz e parte aérea, fitomassa, peso de mil, condutividade elétrica, emergência a campo, amido solúvel, proteína, açúcar solúvel, macro e micronutrientes, respectivamente, e na geração subsequente só a qualidade fisiológica foi avaliada. Os resultados obtidos permitem concluir que a adubação fosfatada melhora a qualidade fisiológica da semente de trigo, contudo não influencia a composição química.

Palavras chave: Trigo, fósforo, qualidade fisiológica, composição química

PHYSIOLOGIC QUALITY EVALUATION OF THE WHEAT SEEDS PRODUCED IN SOIL WITH DIFFERENT LEVEL OF PHOSPHORUS

AUTHOR: Mirela Rossetto Bertocello

ADVISOR: Antônio Carlos Souza de Albuquerque Barros

ABSTRACT: According to seed sector becomes more professional, the seeds production areas turn more technical and besides the high percentage of viable seeds, the market demands physiologic characteristics associated with vigor as quality and performance. Also have increased the monitoring of each phase in productive process, the appearance of a new technology, the precision agriculture, the rational use of that technology allows, among other activities, the distribution of fertilizers in agreement with the need of the each area fraction to be cultivated, allowing to determine when and where, the insume should be applied, based on the generation and analysis of productivity maps and soil attributes. Like this, the present work had as objective studies the physiologic and chemical alterations in wheat seeds, cultivated under no-till system, using precision agriculture technique. Areas with different phosphorus level and differentiated manuring generated seeds to development of this study, they went evaluate in the physiologic potential, chemical and mineral composition through the tests of first counting of the germination, germination, accelerated aging, tength of root and aerial part, phytomass, weight of thousand, electric conductivity, field emergency, soluble starch, protein, soluble sugar, macro and micronutrients, respectively, being in the subsequent generation evaluated only the physiologic quality. The obtained results allow conclude that the phosphorus application improves the physiologic quality of the wheat seed; however it doesn't influence the chemical composition

Keywords: Wheat, phosphorus, physiologic quality, chemical composition

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultados da análise de solo de três glebas de uma lavoura comercial.....	14
Tabela 2 -	Interpretação dos resultados das análises de solo das três glebas apresentadas na Tabela 1, segundo ROLAS, 2003.....	15
Tabela 3 -	Recomendação de adubação para as três glebas segundo ROLAS, 2003.....	15
Tabela 4 -	Dados médios do rendimento e peso de mil de sementes (PMS) de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	22
Tabela 5 -	Dados médios (%) de primeira contagem da germinação (1ªCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência a campo (EC) de sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	23
Tabela 6 -	Dados médios de condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca (MS) de plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) no oitavo dia produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	25
Tabela 7 -	Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg nas sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) cultivado sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	26
Tabela 7.1	Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg na produtividade total de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	27
Tabela 8 -	Teores dos micronutrientes Cu, Zn, Fe e Mn nas sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	28
Tabela 8.1-	Teores dos micronutrientes Cu, Zn, Fe e Mn na produtividade total de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.....	28
Tabela 9 -	Teores de proteína, amido e açúcar nas sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) produzidas sob diferentes níveis de fósforo.....	30

Tabela 10 -	Dados médios do rendimento e do peso de mil sementes (PMS) de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.....	31
Tabela 11 -	Dados médios (%) de primeira contagem da germinação (1ªCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.....	32
Tabela 12 -	Dados médios de comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca (MS) de sementes de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.....	33

ABREVIATURAS

ADP - Adenosina difosfato

Al – Alumínio

AP- Agricultura de Precisão

ATP - adenosina tri-fosfato

Ca – Cálcio

CE – Condutividade elétrica

CPA – Comprimento da parte Aérea

CR – Comprimento de Raiz

CTC – Capacidade de troca de Cátions

Cu – Cobre

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

EA – Envelhecimento Acelerado

EC – Emergência a Campo

Fe – Ferro

G – Germinação

K – Potássio

M.O. – Matéria Orgânica

Mn – Manganês

M.S. – Matéria Seca

Mg – Magnésio

NADP - Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato

N – Nitrogênio

P – Fósforo

RNA – Ácido Ribonucleico

St. Bases – Saturação de Bases

Zn – Zinco

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA.....	II
RESUMO.....	III
LISTA DE TABELAS.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Qualidade fisiológica e vigor da semente.....	4
2.2 Composição química da semente.....	7
2.3 Fertilidade do solo.....	9
2.4 Recomendações de adubação.....	11
2.5 Agricultura de Precisão.....	12
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local do experimento.....	14
3.2 Tratamentos.....	16
3.3 Cultivar.....	16
3.4 Rendimento.....	16
3.5 Amostra.....	17
3.6 Germinação.....	17
3.7 Primeira contagem de germinação.....	17
3.8 Envelhecimento acelerado.....	17
3.9 Comprimento da parte aérea e do sistema radicular.....	17
3.10 Fitomassa seca.....	18
3.11 Peso de mil sementes.....	18
3.12 Condutividade elétrica.....	18
3.13 Emergência á campo.....	18
3.14 Amido Solúvel.....	19
3.15 Teor de Proteína.....	19
3.16 Açúcar Solúvel.....	19
3.17 Determinação de micro e macronutrientes.....	19
3.18 Geração F ₂ (subsequente).....	19

3.19 Delineamento experimental.....	20
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Geração subsequente.....	30
5.Considerações Finais.....	33
6.CONCLUSÕES.....	34
7.Referências Bibliográficas.....	35

1. INTRODUÇÃO

O trigo é uma gramínea de ciclo anual, cultivada durante o inverno, podendo ser irrigado ou não, pertencente à família Poaceae e do gênero *Triticum*, possui diversas espécies, é cultivada em todo o mundo, sendo a segunda maior cultura de cereais, ficando atrás do milho. É um cereal básico para a civilização, seu cultivo segue paralelo a história da antiguidade e da modernidade, utilizado principalmente como base de farinhas para produzir um alimento essencial, o pão.

O trigo é um dos mais importantes grãos para a humanidade. Os principais produtores mundiais são: China, EUA, Índia, Canadá e Rússia. Entre os maiores produtores destacam-se os EUA e o Canadá como grandes exportadores. Entre os importadores destacam-se a China, Índia, Rússia, Japão e Brasil.

O cultivo de trigo vem crescendo em vários países pelo mundo. No Brasil, o crescimento ocorre em estados onde antes não era comum a sua presença, como por exemplo, Bahia, Goiás.

O consumo anual no país tem se mantido em torno de 10 milhões de megagrama, é uma cultura de extrema importância para a sustentabilidade da produção de grãos, principalmente quando cultivado em sistema de plantio direto. Pela sua importância econômica e estratégica, o cultivo de trigo representa uma oportunidade de renda ao agricultor no período de inverno e contribui de maneira significativa para a sustentabilidade do agronegócio. Contudo, a viabilização da triticultura nacional passa, sem dúvida, pela melhoria da relação custo/benefício da lavoura. Nesse aspecto, dois fatores devem ser levados em consideração: aumento do rendimento de grãos e/ou redução do custo de produção.

Os novos avanços na elevação do potencial de rendimento de trigo exigirão esforços redobrados em pesquisa científica e desenvolvimento de tecnologia, pois não é fácil aumentar o rendimento de grãos de uma cultura que já sofreu uma forte pressão de melhoramento genético para rendimento de grãos (Cunha, 2005).

Um novo caminho seria de aperfeiçoar as práticas de manejo da cultura. O uso de semente com boa qualidade genética, sanitária, física e fisiológica é essencial para a obtenção de boa produtividade e, conseqüentemente, retorno financeiro. A adubação é citada por Sá (1994) como um dos fatores que afetam a qualidade da semente, pois plantas adubadas de modo adequado apresentam condições de produzir maior quantidade de semente, além de promover melhor

qualidade, por resistir mais facilmente a adversidades durante o período de produção.

Marcos Filho (2005) cita que plantas convenientemente nutridas, geralmente, produzem sementes maiores e mais pesadas, principalmente quando o suprimento é adequado durante o período de acúmulo de matéria seca, época em que as sementes exigem maior disponibilidade de elementos essenciais.

Com a demanda crescente de sementes de alta qualidade, para o estabelecimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável, cresce também o monitoramento de cada fase do processo produtivo da indústria de sementes. Vários são os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes; dentre eles, a interferência de nutrientes aplicados via adubação de pré-semeadura ou cobertura (Alves et al., 2005). A produção e a qualidade da semente são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes à lavoura, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Nutricionalmente, as plantas de trigo demandam maior quantidade dos macronutrientes, potássio (K) e nitrogênio (N) (Pauletti, 1998). O K exerce função reguladora, é necessário para ativar pelo menos 50 enzimas, também para a síntese de proteínas em plantas superiores (Meurer & Inda Jr., 2004). O N é um elemento essencial, o qual proporciona alto rendimento e qualidade no trigo. Sua absorção é determinada em grande parte pela disponibilidade e demanda durante vários estádios fenológicos (Campbell & De Jong, 2000). O trigo cultivado no Brasil, quando estabelecido em sucessão a outras gramíneas, tem na deficiência do N o fator que mais limita o rendimento de grãos, seguida pela deficiência de P (Freitas et al., 2000).

As aplicações convencionais de fertilizantes atualmente requerem aplicações excessivas em determinadas áreas do campo e insuficientes em outras. O conhecimento detalhado da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade pode otimizar as aplicações localizadas de corretivos e fertilizantes, melhorando, dessa maneira, o controle do sistema de produção das culturas, reduzindo os custos gerados pela alta aplicação de insumos e a degradação ambiental provocada pelo excesso destes nutrientes (Rocha & Lamparelli, 1998)

O surgimento de uma nova tecnologia, a agricultura de precisão, que avalia a variabilidade espacial e temporal da fertilidade do solo e do rendimento de grãos tem se apresentado como uma forma de gerenciar os recursos na propriedade. Segundo Leite (2007), o uso racional dessa tecnologia permite, entre outras atividades, a distribuição de fertilizantes de acordo com a necessidade da cada fração de área a ser cultivada, permitindo determinar quando e onde, o insumo deve ser aplicado, baseado na geração e análise de mapas de produtividade e atributos de solo relacionados com a fertilidade, levando á racionalização desses insumos.

Assim, o mapeamento de produtividade, proporcionado pelas ferramentas da agricultura de precisão (AP), destaca-se como alternativa moderna para gerenciar a variabilidade espacial e temporal de lavouras comerciais, orientando práticas de manejo (Molin, 1997; Milani et al., 2006). Milani et al. (2006) relatam que o manejo localizado tendeu a apresentar produtividades mais homogêneas e superiores ao manejo uniforme.

Quanto ao aspecto da nutrição mineral e relações com a qualidade de sementes, estudos realizados com quiabo (Zanin & Mota, 1995) e feijão-caupi (Oliveira et al., 2000) mostram elevação na germinação e vigor, em função da nutrição mineral.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de trigo, cultivadas sob sistema de plantio direto, com emprego da técnica de agricultura de precisão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade fisiológica e vigor da semente

A garantia da sobrevivência da espécie constitui a razão fundamental para a existência da semente. A semente tem dupla função em culturas de expressão econômica é o material utilizado para a multiplicação de plantas e a estrutura colhida para a comercialização. Conseqüentemente, as denominações “sementes” e “grãos” se destinam apenas á identificação das formas de utilização, pois, sob o ponto de vista botânico, não há distinção a ser feita. No entanto, os atributos de qualidade das sementes e grãos não são os mesmos, de modo que o manejo de uma cultura deve ser dirigido ao atendimento da finalidade de utilização do produto, por exemplo, sabe-se que as sementes comercializadas devem atingir requisitos mínimos de pureza varietal e de germinação, além de outros aspectos não considerados para os grãos. Desta forma, se justifica possíveis diferenças na tecnologia adotada para a produção e o processamento de ambos (Marcos Filho, 2005).

À medida que o setor sementeiro profissionaliza-se, as áreas de produção de sementes tornam-se mais tecnificadas e além do percentual alto de sementes viáveis, o mercado exige características fisiológicas associadas ao vigor, como qualidade e desempenho desse insumo (Silva, 2007). Segundo Delouche (2005), um dos preceitos fundamentais da ciência e tecnologia de sementes é que sementes de alta qualidade têm melhor desempenho do que as de menor qualidade. As funções biológicas básicas das sementes devem servir de repositores da herança de uma população. Melhorar o desempenho da semente significa, em termos de percentual, velocidade e uniformidade da germinação e o desenvolvimento inicial da plântula.

Mesmo quando as sementes são geneticamente muito semelhantes, a variação fisiológica entre elas, geralmente influenciada pelo ambiente enquanto ainda pressas á planta-mãe, resulta em comportamento extremamente variável entre indivíduos, expressos por diferenças no potencial fisiológico, profundidade de dormência e outros processos vitais (Marcos Filho, 2005).

A adubação é citada por Sá (1994) como um dos fatores que afetam a qualidade da semente, pois plantas adubadas de modo adequado apresentam condições de produzir maior quantidade de semente, além de promover melhor

qualidade, por resistir mais facilmente a adversidades durante o período de produção. Esse mesmo autor relata trabalhos com cereais que apresentam efeitos favoráveis da aplicação de P na maturação e no vigor das sementes, bem como, resultado benéfico do K na qualidade das sementes, na presença de P ou de P e N. Malavolta (1994), por sua vez, salienta a importância do potássio nos cereais, pois a falta provoca senescência precoce, ocasionando a formação de sementes chochas, por não ter havido tempo para o acúmulo de amido e de proteína, principais substâncias de reserva.

A recomendação de fertilizantes para a implantação de culturas destinadas à produção de sementes é geralmente semelhante àquela utilizada para a produção de grãos (Maeda *et al.*, 1986). Essas recomendações enfatizam o efeito da adubação sobre a produtividade, não correlacionando com a qualidade das sementes.

Marcos Filho (2005) cita que plantas adequadamente nutridas geralmente produzem sementes maiores e mais pesadas, principalmente quando o suprimento é adequado durante o período de acúmulo de matéria seca, época em que as sementes exigem maior disponibilidade de elementos essenciais. Segundo Carvalho & Nakagawa (1980) o nível de vigor das sementes pode afetar o potencial de armazenamento do lote e persistir no campo, influenciando o estabelecimento da cultura, o desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura e a sua produtividade. Dentre as práticas culturais, o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente potássicos e fosfatados, têm sido utilizados para se conseguir incrementos na produtividade. O P e o K são nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plântulas e aqueles usados em maior quantidade, devido à grande necessidade exigida pelas culturas e a baixa mobilidade do P no solo (Malavolta, 2006). O emprego de fórmulas equilibradas contendo, P e K, aliado à aplicação do N na forma e em tempo certo, estimula a produção de sementes (Toledo & Marcos-Filho, 1977), por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química, o metabolismo e o vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000) e também, altera o tamanho, a forma, o peso e a coloração, bem como evita algumas anomalias no desenvolvimento das plântulas, manifestações mais comuns, decorrentes das deficiências de minerais (Delouche, 1981). Contudo, Cícero *et al.* (1979), trabalhando com milho, em solos de baixa e alta fertilidade,

verificaram que o maior nível de fertilidade levou a uma maior produtividade, o mesmo não ocorrendo em relação ao vigor das sementes, uma vez que, para os dois níveis, o comportamento foi semelhante.

Segundo Tanaka *et al.* (1993) e Marshner (1995), o P tem importância para a produtividade de plantas em decorrência de sua participação nas membranas celulares (fosfolipídeos), nos ácidos nucleicos e como constituinte de compostos armazenadores de energia, como o ATP (trifosfato de adenosina), que é o mais importante destes compostos. Essa energia é utilizada na germinação, fotossíntese, absorção ativa dos nutrientes do solo e síntese de vários compostos orgânicos, como carboidratos, proteínas e lipídeos. Desse modo, limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (Grant *et al.*, 2001).

Maiores concentrações de P no solo podem ter proporcionado sementes com maiores teores de P, o que disponibilizou maior energia inicial para as atividades metabólicas da plântula, conseqüentemente maior vigor para as sementes (Guerra *et al.*, 2006). O efeito benéfico causado pelo P no vigor de sementes também foi constatado por Vieira (1986) e Vieira *et al.* (1987), que constataram que sementes com maior concentração de P proporcionaram melhores populações de plantas do que sementes com menor teor de P, o que evidencia a pior qualidade destas. Para Guerra *et al.* 2006, os resultados observados podem ser explicados pelo fato de plântulas originadas de sementes com maior conteúdo de P atender melhor à demanda metabólica inicial tornando-as, portanto menos dependentes dos teores existentes deste elemento no substrato de semeadura nessa fase. Segundo Delouche (1981), para se obter sementes de alta qualidade é indispensável a realização de adubação mineral adequada. No entanto, trabalhos que objetivam relacionar adubação e nutrição das plantas com a qualidade fisiológica das sementes são em número reduzido e os resultados nem sempre são concordantes (Carvalho *et al.*, 2001).

2.2 Composição química da semente

Sob o ponto de vista fisiológico e considerando as práticas de manejo pré e pós-colheita, as reservas acumuladas são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia necessário para a plena manifestação das funções vitais das sementes, além de afetar diretamente o potencial de armazenamento e determinar o direcionamento de procedimentos adotados durante a secagem artificial pós-colheita. Portanto, as variações na composição química estão relacionadas ao desempenho das sementes, inclusive durante etapas de indução e superação de dormência. De um modo geral, os carboidratos, as proteínas e os lipídios são as principais substâncias de reserva, mas as proporções de cada um desses componentes variam de acordo com a espécie e, freqüentemente, com o cultivar, em média as sementes de trigo apresentam 75% de carboidratos, 12% de proteínas e 02% de lipídios (Marcos Filho, 2005).

Sá, (1994), citado por Teixeira (2005), menciona que o papel dos nutrientes é fundamental durante as fases de formação, desenvolvimento e maturação das sementes, principalmente na constituição das membranas e no acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas. Segundo Austin, citado por Turkiewicz (1976), a composição química das sementes é influenciada pela composição química das plantas progenitoras.

O conhecimento da composição química da semente é de interesse prático da tecnologia de sementes, pois, tanto o vigor como o potencial de armazenamento são influenciados pelo teor dos compostos presentes nas mesmas (Carvalho e Nakagawa, 1988). Sá, (1994) menciona que o teor de proteína nas sementes tem se relacionado positivamente ao vigor delas, porém, a redução da quantidade de proteína na semente pode ocasionar deterioração mais rápida das sementes (Kolchinski, 2003).

A composição química das sementes explica porque ela tem maior raiz e parte aérea – mais reserva – o embrião se apresenta com estruturas radiculares rudimentares (radícula) e foliares (plúmula) pré-formadas. Durante o desenvolvimento da plântula, o alongamento da radícula e a expansão das folhas são sustentados pela mobilização de reservas (Buckeridge, 2004).

De acordo com Peltonen (1992), a concentração de proteínas nos grãos do trigo é um dos principais fatores determinantes da qualidade. O teor e a qualidade

das proteínas são especialmente afetados pelas diferenças ambientais como clima, irrigação, temperatura, fertilidade, mobilidade do nutriente no solo e na planta e disponibilidade de nitrogênio no solo (Olson, 1979 citado por Coelho et al., 2001).

De acordo com Agarwal & Sinclair (1987) e Carvalho & Nakagawa (1988) a composição química mineral quantitativa das sementes, embora definida geneticamente, pode ser influenciada pelo ambiente em que se desenvolveu a planta-mãe e, logicamente pela fertilidade do solo e pela adubação fornecida.

Os fertilizantes químicos são importantes para o desenvolvimento da agricultura, uma vez que se constituem em elementos básicos para as plantas. Se as plantas contém em média cerca de 5% dos nutrientes minerais na matéria seca, estes terão de estar presentes de alguma maneira no solo para que a produção agrícola se realize (Raij, 1991). Os efeitos dos nutrientes minerais no crescimento e na produção são, usualmente, estudados em termos das suas funções no metabolismo das plantas e no seu crescimento. Qualquer alteração no nível e ou no equilíbrio desses nutrientes implica alteração no metabolismo, levando a modificações na morfologia, na anatomia e na composição química da semente (Costa et al. 1983).

A concentração de nutrientes minerais das sementes pode afetar o seu potencial de armazenamento, bem como o desenvolvimento inicial, a fixação biológica de N atmosférico (leguminosas), e a produção de grãos das plantas por elas geradas (Jacob Neto, 1998).

O estudo da nutrição mineral e do crescimento das plantas envolve minerais essenciais, as quantidades demandadas de cada nutriente são variáveis, mas todos eles são igualmente importantes. Entretanto, para fins didáticos, os elementos essenciais foram assim classificados:

Macronutrientes: são os elementos básicos necessários em maior volume às plantas, são eles: carbono, oxigênio, hidrogênio (retidos do ar e da água), nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

O nitrogênio participa de diversas moléculas como proteínas, DNA, RNA, clorofila. O fósforo participa de biomoléculas tais como DNA, RNA, fosfolípídeos, açúcares fosforilados, ATP, ADP, tendo também função regulatória, como a de ativar ou desativar enzimas. O potássio não participa de nenhuma biomolécula. É importante ativador de enzimas ligadas à fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e

síntese de amido. Como já foi dito acima, o K^+ é um dos mais importantes agentes osmóticos. O cálcio importante para a ocorrência das mitoses. Confere rigidez às paredes celulares fazendo pontes salinas entre grupos carboxílicos (dos ácidos poligalacturônicos) da pectina. Por ligação semelhante, agora entre cargas negativas de fosfolipídeos confere integridade física e manutenção da seletividade das membranas biológicas. No citossol, o Ca^{+2} ocorre em quantidades diminutas tendo importante função de segundo mensageiro em vias de tradução de sinais, as vezes com associação à calmodulina que é uma proteína ativada por Ca (e que por sua vez, pode ativar enzimas. E o Magnésio faz parte da clorofila, cujo grupo porfirina é um quelante natural com afinidade pelo Mg, além de ativar a Rubisco e a PEPcase e estabilizar ribossomos.

Micronutrientes: requeridos em pequenas quantidades, são eles: cobre, zinco, ferro, manganês, cloro, molibdênio, níquel e boro.

O Cobre é ativador de enzimas com função de desintoxicar a planta de radicais livres (Superóxido Dismutase). O Zinco é ativador de enzimas como a Anidrase Carbônica e oxidases e integrante da enzima Superóxido Dismutase. Participa do controle da concentração endógena do AIA que é um fitohormônio do grupo das auxinas, responsável pelo controle do crescimento longitudinal das células vegetais. O Ferro freqüentemente é o mais exigido dos micronutrientes. Faz parte do grupo catalítico de enzimas oxiredutoras, tendo importante papel na transferência de elétrons na fotossíntese, respiração e fixação biológica do N, passando de íon ferroso (Fe^{+2}) para íon férrico (Fe^{+3}) e vice-versa. Assim como outros elementos essenciais (Cu, Mn e Zn) participa da estrutura da enzima Superóxido Dismutase, responsável pela eliminação do radical livre superóxido (O_2), não participa da clorofila, mas sim de sua síntese e o Manganês é um cofator de enzimas. Participa da fotólise da água transferindo elétrons, e da estrutura da enzima Superóxido Dismutase.

A necessidade de P (acumulação na planta) é muito menor do que a de N e a maior parte de P acumulado na planta (maior que 80%) é translocada para a semente, sendo possível aumentar a produtividade da cultura com o aumento da taxa de absorção de P (Fageria et al., 2003). Alguns autores como, Durrant (1958), Austin (1966), Turkiewicz (1976), George *et al.* (1978), Vieira *et al.* (1987) e Bolland

et al. (1989) observaram que, a aplicação de P à planta-mãe aumenta o conteúdo de P da semente produzida.

Vieira (1986), estudando o efeito da adubação fosfatada nas características químicas e fisiológicas da semente do feijão, verificou que maiores teores de P no solo resultaram em semente com maior peso e vigor. Verificou também que teores crescentes do nutriente no solo aumentaram a quantidade de P, Mg e Zn e diminuíram a de N na semente. A deficiência de P pode, entretanto, restringir a absorção, assimilação e translocação de N nas plantas (Gniazdowska *et al.*, 1999).

Plantas de feijão originadas de semente com alto teor de P produziram maior massa de parte aérea e número e massa de nódulos e foram menos responsivas ao suprimento de P no solo do que plantas oriundas de semente com baixo teor de P (Teixeira *et al.*, 1999).

Trigo *et al.* (1997) formularam a hipótese de que concentrações mais elevadas de P nas sementes proporcionariam maior disponibilidade de energia para as atividades metabólicas das mesmas, o que levaria ao maior crescimento inicial das plântulas e ao desenvolvimento maior e mais rápido do sistema radicular, resultando no aumento da absorção de nutrientes e, conseqüentemente na capacidade produtiva da planta.

2.3 Fertilidade do solo

Um solo fértil é aquele que tem a capacidade de suprir às plantas nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para o seu desenvolvimento, visando a obter altas produtividades (Tedesco & Bissani, 2004).

Na região sul do Brasil predominam solos ácidos e com baixo teor de fósforo, nas condições naturais. Entretanto, as correções destas condições desfavoráveis para a utilização agrícola dos solos têm modificado esta situação, observando-se atualmente o aumento da ocorrência de solos com propriedades químicas mais adequadas ao crescimento de plantas (Tedesco & Bissani, 2004).

No campo de nutrição mineral, Liebig introduziu um conceito fundamental, que é expresso pelo *Lei do mínimo*, segundo qual o desenvolvimento das plantas é limitado pelo nutriente que se encontra em mínimo em relação às suas necessidades, na presença de quantidades adequadas dos outros nutrientes. No período vegetativo ou de crescimento, o desenvolvimento vegetativo é intenso e a

demanda por nutriente é alta, o que é demonstrado pela grande acumulação de matéria seca. Durante o período reprodutivo, o crescimento e a necessidade de nutrientes diminuem, predominando a translocação de metabólitos dentro da planta (Gianello & Giason, 2004).

Os nutrientes N, P e K são os elementos minerais que freqüentemente limitam o crescimento das plantas, por serem exigidos em maior quantidade (N e K) ou devido a mecanismos de insolubilização no solo (P) (Bissani et al., 2004).

Devido a multiplicidade de reações químicas e biológicas, à dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o N é o elemento que apresenta maiores dificuldades de manejo na produção agrícola, devido a sua alta solubilidade, mesmo em propriedades tecnicamente orientadas, devido á sua condição de constituinte das proteínas, a deficiência de N afeta todos os processos vitais da planta, a capacidade fotossintética diminui, o crescimento é retardado e a reprodução é prejudicada, já o excesso em cereais favorece o crescimento vegetativo, podendo ocorrer acamamento (as plantas crescem com fraca estrutura de sustentação), diminuição no rendimento ou retardamento da frutificação (Camargo & Sá, 2004).

O P, da mesma forma que os nutrientes N, K, Ca, S e Mg, é classificado como um macronutriente para as plantas. O conteúdo de P nas plantas é sempre menor que o de N e de K e em geral semelhante aos de S, Mg e Ca; porém, como um fator limitante do rendimento das culturas. O P é muito importante nos solos ácidos. Isto se deve ao fato de que, apesar dos solos conterem grandes quantidades de P total, a sua disponibilidade para as plantas é muito pequena devida á tendência em formar compostos de muita baixa solubilidade no solo. O P movimenta-se muito pouco na maioria dos solos, ele geralmente permanece aonde é colocado pela intemperização dos minerais ou pela adubação, é difícil manter disponível para as plantas (Anghinoni & Bissani, 2004). Este nutriente sempre quer manter ligações químicas com Ca e o Fe, para formar compostos que não se movimentam bem para as raízes (Potafos, 1998). O ideal é manter altos níveis de P no solo para atingir uma ótima produção das culturas. Também Ca em solos ácidos e o S em solos básicos parecem aumentar a disponibilidade de P, porém quando o Al e o Fe são liberados para a solução do solo, eles reagem rapidamente com o fosfato para formar

compostos insolúveis que precipitam, contribuindo para o processo total da fixação de P.

Os compostos fosfatados mais importantes são os ácidos nucléicos (DNA e RNA), fosfatos de inositol, fosfolipídeos, di e trifosfato de adenosina (ADP e ATP) e fosfato de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADP). Por fazer parte da constituição destes compostos orgânicos, o P é essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas). Nas sementes, o P é armazenado principalmente na forma de fitina (sal de Ca e Mg do hexafosfato de inositol). Este composto é hidrolizado enzimaticamente durante a germinação e, então, o P na forma de íon fosfato livre pode ser utilizado pela planta em desenvolvimento. A concentração de P nos tecidos vegetais varia entre as espécies, sendo em geral maior nas sementes do que nas outras partes da planta. A concentração é tanto maior quanto maior for a disponibilidade de P no solo (Meurer & Inda Jr., 2004).

O K é um macronutriente presente nas plantas em quantidades similares ao N. Tem alta mobilidade na planta, tanto entre células, como entre tecidos e também entre diferentes partes da planta, via xilema e floema, é comum o K ser redistribuído de folhas velhas para folhas novas. É o cátion mais abundante no citoplasma, também ocorrendo em alta concentração no cloroplasto. Embora não faça parte da estrutura química de compostos da planta, exerce funções reguladoras muito importantes, é necessário para ativar pelo menos 50 enzimas, é bem conhecida, atualmente, a necessidade do potássio para a síntese de proteínas em plantas superiores, está ligado também, ao processo fotossintético em vários níveis, participa de síntese do ATP, afeta a taxa de assimilação do CO₂ e a manutenção do turgor das células-guarda, que controlam a abertura e o fechamento dos estômatos para regular a taxa de transpiração das plantas e a difusão de CO₂ atmosférico (Anghinoni & Bissani, 2004).

2.4 Recomendações de adubação

As recomendações de adubação adotadas nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina visam á obtenção de máximo retorno econômico em curto prazo, por cultivo ou por ano. A adubação do primeiro cultivo deve ser baseada na análise do solo, para possibilitar o posicionamento da cultura na respectiva função

de produção. Segundo Molin (1997), tradicionalmente os agricultores têm feito a amostragem de um solo de uma determinada área e uniformizam as subamostras em uma única, que passa a representar as características de fertilidade daquela área, assumida como uniforme. Com base nessa interpretação, fazem a aplicação de quantidades uniformes de fertilizantes, defensivos e sementes. No entanto, é sabido que as propriedades do solo variam de local para local dentro dessa mesma área, ocasionando com isso locais com adubação além do necessário e em outros deficitários.

2.5 Agricultura de Precisão

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo do solo, insumos e culturas, de modo adequado às variações espaciais e temporais em fatores que afetam a produtividade das mesmas (Embrapa, 1997). Segundo Manzatto et al. (1999), o principal conceito é aplicar os insumos no local correto, no momento adequado e em quantidades necessárias à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam. Para Molin (1997), na AP, ao contrário da convencional, o estudo detalhado do campo é facilitado pelo uso de tecnologia de geoposicionamento das análises. Atualmente, a maneira mais comum para a amostragem é o estabelecimento de uma rede de pontos espaçados regularmente no campo, denominada de grade. A localização dos pontos de coleta de dados, tanto para a amostragem de solos como para a elaboração de mapas de produtividade é realizada através do uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Para Batchelor et al. (1997) a AP é uma filosofia de manejo da fazenda na qual os produtores são capazes de identificar a variabilidade dentro de um campo, e então manejar aquela variabilidade para aumentar produtividade e os lucros. Outro enfoque importante é a possibilidade de redução do impacto ambiental das atividades do sistema de produção pela racionalização do uso de insumos. Em muitas partes do mundo, notadamente na Europa, a agricultura de precisão tem sido incentivada mais por este caminho do que pela possibilidade de retorno imediato dos investimentos necessários, principalmente nos mercados onde os programas de

qualidade ambiental têm maior significado no valor agregado do produto (Antuniassi, 1998).

Davis et al. (1998) afirma que a agricultura de precisão foi frequentemente definida com base nas tecnologias que permitem que ela seja realizada como GPS (Sistema de Posicionamento Global) ou sistemas de taxa variável. A aplicação de taxas variáveis baseada em mapeamento tem sido utilizada com sucesso nas operações de adubação e correção da fertilidade do solo. Isto torna possível que tanto fertilizantes como corretivos sejam aplicados em doses variáveis e somente nos locais necessários. Do ponto de vista prático, este pode ser considerado um dos maiores mercados para viabilização imediata da AP, trazendo vantagens tanto do ponto de vista econômico como ambiental (Antuniassi, 1998).

Tão importante quanto os dispositivos usados na AP, é perceber que a informação usada ou coletada é o ingrediente chave para o sucesso do sistema. O conceito de AP se distingue da agricultura tradicional por seu nível de manejo. Em vez de administrar uma área inteira como uma única unidade, o manejo é adaptado para pequenas áreas dentro de um campo. Conforme Antuniassi (1998), o mapeamento detalhado dos fatores de produção e aplicação localizada de insumos são os princípios básicos do sistema.

Segundo Leite (2007), o uso racional da AP permite, entre outras atividades, a distribuição de fertilizantes de acordo com a necessidade da cada fração de área a ser cultivada, permitindo determinar quando e onde o insumo deve ser aplicado, baseado na geração e análise de mapas de produtividade e atributos de solo relacionados, com a fertilidade, levando à racionalização desses insumos.

Assim, o mapeamento de produtividade, proporcionado pelas ferramentas da agricultura de precisão (AP), destaca-se como alternativa moderna para gerenciar a variabilidade espacial e temporal de lavouras comerciais, orientando práticas de manejo (Molin, 1997; Milani et al., 2006). Milani et al. (2006) relatam que o manejo localizado tendeu a apresentar produtividades mais homogêneas e superiores ao manejo uniforme.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

A área experimental utilizada para a realização do presente trabalho localiza-se na Fazenda Palmeirinha, município de Palmeira das Missões, RS. A área total de lavoura era de 250 hectares (ha), porém, para a realização do estudo utilizou-se uma área de 30 hectares, dividida em três parcelas/gleba de 10 ha cada. Com o resultado dessa amostragem, dividiu-se a área em três glebas, conforme os resultados da análise de solo para o nutriente P, descritos na Tabela 1. Separou-se em zonas de manejo para o nutriente P, pois essas glebas apresentaram níveis desse elemento diferentes, conforme os resultados da interpretação da análise do solo das glebas, Tabela 2. De cada gleba dez amostras foram coletadas para realização das análises descritas posteriormente. A Tabela 3 mostra a recomendação de adubação para as glebas, com expectativa de rendimento de três toneladas de grãos por hectare.

Tabela 1 - Resultados da análise de solo de três glebas de uma lavoura comercial

Gleba	Teor de argila	pH água	St. Bases	Al	M.O.
			(%)		
1	29	5,7	59,5	10,5	2,5
2	31	5,5	52	30	2,9
3	34,3	5,5	54	15,5	2,4

Tabela 1 – Continuação

Gleba	P	K	Ca	Mg	CTC
mg/dm ³cmol _c /dm ³	
1	14	180	3,8	1,5	10,2
2	9	166	3,70	1,2	9,5
3	6	172	3,8	1,4	9,8

Tabela 2 - Interpretação dos resultados das análises de solo das três glebas apresentadas na Tabela 1, segundo ROLAS, 2003

Gleba	Classe textural	pH	St.	Al	M.O.	P	K	Ca	Mg	CTC
		água	Bases							
1	3	Médio	Baixo	Médio	Baixo	Alto	Mt alto	Médio	Alto	Médio
2	3	Médio	Baixo	Alto	Médio	Médio	Mt alto	Médio	Alto	Médio
3	3	Médio	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Mt alto	Médio	Alto	Médio

Tabela 3 - Recomendação de adubação para as três glebas, segundo ROLAS, 2003

Gleba	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
	Kg N/há	Kg P ₂ O ₅ /ha	Kg K ₂ O/ha
1	80	30	0
2	60	60	0
3	80	70 + 30	0

3.2 Tratamentos

A Tabela 2, interpretação da análise de solo, mostra um escalonamento das glebas em níveis para o nutriente P, a partir desses resultados identificaram-se essas glebas em zonas de manejo, conforme o escalonamento da Tabela 2, portanto, a gleba um foi a zona de manejo de alto nível de P, a gleba dois a de médio nível de P e a três a zona de baixo nível de P. Após definidas as zonas utilizou-se os resultados da Tabela 3, recomendação de adubação, para definir os tratamentos.

- Gleba 1: zona de alto nível de fósforo, adubou-se com DAP (fosfato diamônico), dose de 150 kg de DAP, formulação 16-48-00, ou seja, 72 kg de P_2O_5 + 24 kg de N, mais 100 kg de uréia em cobertura (45 kg de N).

- Gleba 2: zona de nível médio de fósforo, adubou-se com DAP (fosfato diamônico), dose de 150 kg de DAP, formulação 16-48-00, ou seja, 72 kg de P_2O_5 + 24 kg de N, mais 100 kg de uréia em cobertura (45 kg de N).

- Gleba 3: zona de baixo nível de fósforo, adubação em pré-semeadura com 300 kg de superfosfato simples (dose de 54 kg de P_2O_5), e na semeadura utilizou-se DAP (fosfato diamônico), dose de 150 kg de DAP, formulação 16-48-00, ou seja dose de 72 kg de P_2O_5 + 24 kg de N, mais 100 kg de uréia dose de 45 kg de N.

3.3 Cultivar

A cultivar de trigo semeada na área do experimento foi a Pampeano, de ciclo médio, brando, lançado em 2004 pela OR Melhoramento de Sementes.

3.4 Rendimento

O rendimento foi determinado a partir da colheita manual realizada no dia 04 de novembro de 2008 em uma área casualizada de 1m x 1m, com 10 repetições totalizando 1m² de área amostral.

3.5 Amostra

As sementes foram colhidas manualmente, com umidade de 18%, dia 04 de novembro de 2008, posteriormente levadas ao LAS/UFPel, para secagem artificial e armazenagem em câmara seca, e posteriormente analisadas pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento da parte aérea e sistema radicular, fitomassa seca, peso de mil sementes, condutividade elétrica, emergência a campo, amido solúvel, teor de proteína, açúcar solúvel e determinação de micro e macronutrientes.

3.6 Germinação

Realizado em rolo de papel germitest umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, o germinador regulado a temperatura de 20°C constante. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, com avaliações aos quatro e oito dias, e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais; conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.7 Primeira contagem de germinação

Conduzido conjuntamente com o teste de germinação, sendo a avaliação realizada após quatro dias do início do teste e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

3.8 Envelhecimento acelerado

Realizado em caixas *gerbox*, onde 20 gramas de sementes foram distribuídas uniformemente sobre uma tela e abaixo desta uma lâmina de 40 ml de água destilada. Em seguida as sementes foram submetidas à temperatura de 41°C constante, por 72 horas, conforme descrito por Hampton & Tekrony (1995). Ao término desse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente e a contagem foi realizada no quarto dias após a semeadura.

3.9 Comprimento da parte aérea e do sistema radicular

Realizado segundo metodologia do teste de germinação, sendo as variáveis observadas no sétimo dia após o início do teste, em plântulas normais. As variáveis

foram obtidas por processo de mensuração da parte aérea e do sistema radicular, através de régua graduada em milímetros (mm). O teste foi realizado com três repetições de 30 plântulas normais. Assumindo-se o valor médio das 30 plântulas por amostra.

3.10 Fitomassa seca

Após a mensuração das plântulas, para o teste de comprimento de plântula, separou-se a parte aérea do sistema radicular, que foram imediatamente pesadas. Em seguida o material foi submetido à temperatura de 65°C, em estufa, por um período de 72 horas. Ao término da secagem determinou-se o peso seco das duas frações das plântulas normais. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula (mg.plântula^{-1}), conforme recomendações de Nakagawa (1994).

3.11 Peso de mil sementes

Determinado por meio de contagem de oito repetições de 100 subamostras de sementes, pesadas em balança analítica de precisão de (0,0001g) e os resultados expressos em gramas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.12 Condutividade elétrica

Conduzido com 25 sementes pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g) e colocadas em recipiente de polipropileno com 50ml de água deionizada, mantida em ambiente controlado e temperatura uniforme de 20°C para embebição. A lixiviação de eletrólitos, da semente para o meio foi verificada através de um condutímetro (*Digimed* modelo: DM31), no período de 24 horas, sendo o resultado obtido em microsiemens por centímetro por grama de semente ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), conforme Powell e Matthews (1984) e Vieira (1994).

3.13 Emergência á campo

Conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em linhas de um metro, a leitura foi realizada ao décimo quinto dia após a emergência, onde foram contadas o número de plântulas emergidas.

3.14 Amido Solúvel

Pesam-se 0,250 gramas de farinha de trigo, adiciona-se 20ml de H₂SO₄ 0,4 molar, agita-se e se centrifuga por 10 minutos. Junta-se o sobrenadante e coloca-se em banho-maria por 2 horas a 100°C. Pega-se a alíquota de amostra 0,1+ 0,9 de água mais 3ml de antrona, após esse procedimento mais três minutos em banho-maria, deixar esfriar e ler as amostras em espectrofotômetro a 620nm (AOAC, 1965) e os resultados expressos em mg de amido g⁻¹ de semente . min⁻¹.

3.15 Teor de Proteína

Determinada pelo método de Kjeldahl (nitrogênio total), conforme recomendação da Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 1975), com modificações.

3.16 Açúcar Solúvel

Pesa-se 0,250 gramas de farinha de trigo, adiciona 20ml de etanol a 85%, posteriormente, centrifuga 10 minutos, coloca-se o sobrenadante em tubos de ensaio e adiciona alíquota de 0,3ml de extrato mais 0,7ml de água e 3ml de antrona, coloca em banho-maria por mais três minutos a 100°C, deixar esfriar e ler as amostras em espectrofotômetro a 620nm (A.O.A.C., 1965) e os resultados expressos em mg de açúcar solúvel. g⁻¹ de sementes. Branco 1ml de água mais 3ml de antrona.

3.17 Determinação de micro e macronutrientes

Para avaliar os teores de nutrientes, amostras de semente foram secas até peso constante, em estufa de ventilação forçada a 65° C, sendo moídas e posteriormente analisadas para determinação de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo Tedesco et al. (1995). Os teores de macronutrientes são expressos em gKg⁻¹ e os micronutrientes em mg/Kg⁻¹.

3.18 Geração F₂ (subseqüente)

Sementes da geração F₁ (colhidas na área do experimento) semeadas em baldes com 15kg de solo, chegando-se a quinze plantas por balde. Cada nível de fósforo possuía duas repetições, cada um com três sub-repetições, das quais se

avaliou o número de espigas por planta e número de sementes por planta (para determinar rendimento), peso de 1000 mil sementes, primeira contagem da germinação, germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz e parte aérea e massa seca da plântula. As metodologias utilizadas nesses testes são iguais as descritas anteriormente.

3.19 Delineamento experimental

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado, com dez repetições por tratamento. A comparação das médias foi realizada pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 4 podemos observar que o rendimento e o peso de mil sementes não apresentaram diferença estatística entre o nível alto e médio, contudo o nível baixo de P diferiu estatisticamente dos demais. Esse resultado é em decorrência da menor taxa de P desse solo, pois quando as taxas de P foram maiores, nível médio e alto, os rendimentos também se elevaram.

Tabela 4 - Dados médios do rendimento e peso de mil de sementes (PMS) de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	Rendimento (kg/ha ⁻¹)	PMS (g)
Alto	3510 a	31,3 a
Médio	3420 a	30,4 a
Baixo	2360 b	24,7 b
CV	12,9	9,83

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Kano et al. (2004) testando o efeito de diferentes doses de P na produção de sementes de alface obtiveram aumento linear na produção com o aumento das doses. Soffer & Smith (1974), também verificaram que o aumento no fornecimento de nutrientes no solo aumentou a produção de sementes de alface. Nakagawa et al. (2001) constatou que a adubação fosfatada proporcionou a produção de sementes de aveia-preta com maior peso de 1000 sementes. Contudo, Coqueiro et al. (1972), estudando o efeito da adubação com macro e microelementos sobre a produção de trigo, concluíram que a aplicação de P e K não afetou a produção, apesar dos teores médios constatados no solo, e Thomazelli et al. (1992), visando estudar o efeito de níveis de adubação NPK na produção e qualidade de sementes de cebola, também observaram que não houve efeito dos tratamentos no peso de 100 sementes.

Porém, Delouche (1980) ressalta que a resposta típica de plantas cultivadas em solo de baixa fertilidade é a redução na quantidade de sementes produzidas e não a sua qualidade. Isso fica evidenciado na Tabela 5, ao se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de trigo, onde os valores médios da primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado do nível baixo de P,

apresentou resultados estatisticamente iguais ao do nível alto de P. Apesar da emergência a campo não apresentar diferença estatística entre os tratamentos, porém, os valores de emergência á campo (EC) são bem elevados, todos acima de 90%. Esses índices evidenciam a boa qualidade da semente produzida nessa área.

Tabela 5 - Dados médios (%) de primeira contagem da germinação (1ªCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência a campo (EC) de sementes de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	1ªCG	G	EA	EC
Alto	90 a	92 a	85 a	95 a
Médio	84 b	86 b	77 b	93 a
Baixo	88 a	91 a	84 a	92 a
CV	3,27	3,07	8,21	6,47

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os dados da Tabela 5 podem ser explicados em virtude da adubação com P₂O₅ adicionado as áreas do experimento. O nível alto já possuía uma boa fertilidade, alto nível de P, conseqüentemente, a planta foi bem nutrida e dessa forma expressou isso na qualidade fisiológica da semente. O nível baixo, que recebeu uma dose a mais de adubo, conseguiu disponibilizar mais nutrientes para a planta, gerando assim, sementes com melhor qualidade fisiológica. Isto se deve ao fato de que, apesar dos solos conterem grandes quantidades de P total, a sua disponibilidade para as plantas é muito pequeno devido á tendência do P em formar compostos de muito baixa solubilidade no solo.

A adubação é citada por Sá (1994) como um dos fatores que afetam a qualidade da semente, pois plantas adubadas de modo adequado apresentam condições de produzir maior quantidade de semente, além de promover melhor qualidade, por resistir mais facilmente a adversidades durante o período de produção.

Alten & Schulte, citados por Cavalcante (1978), enfatizam que os fertilizantes minerais podem ocasionar aumento no vigor das sementes, notadamente por sua ação enzimática.

Segundo Tanaka *et al.* (1993) e Marshner (1995), o P tem importância para a produtividade de plantas em decorrência de sua participação nas membranas

celulares (fosfolipídeos), nos ácidos nucleicos e como constituinte de compostos armazenadores de energia, como o ATP (trifosfato de adenosina), que é o mais importante desses compostos. Essa energia é utilizada na germinação, fotossíntese, absorção ativa dos nutrientes do solo e síntese de vários compostos orgânicos, como carboidratos, proteínas e lipídeos. Desse modo, limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento. A planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (Grant et al., 2001).

Maiores concentrações de P no solo podem ter proporcionado sementes com maiores teores de P, o que disponibilizou maior energia inicial para as atividades metabólicas da plântula, conseqüentemente maior vigor para as sementes (Guerra et al, 2006).

No tomateiro, Seno et al. (1987) estudando a aplicação conjunta de P e K, constataram que a elevação das doses de P aumentou a germinação e o vigor das sementes. Outros autores obtiveram resultados semelhantes, Parra & Miranda (1980) verificaram elevação na germinação e vigor em sementes de feijão-comum e Mascarenhas (1989) em sementes de soja, em função da adubação fosfatada, Wetzal et al. (1979), trabalhando com milho, concluíram que a deficiência de P no solo reduziu o tamanho das sementes, a germinação e o vigor. Contudo, Fornasieri Filho et al., (1987) em milho-comum e Nakagawa (1996) em milho-pipoca, não constataram influência da nutrição mineral sobre a germinação e o vigor em sementes dessas espécies. Thomazelli et al. (1992) avaliando a primeira contagem do teste de germinação, teste de envelhecimento precoce e comprimento da radícula em sementes de cebola relataram que nenhum dos testes foi capaz de detectar o efeito de diferentes níveis de NPK no vigor das sementes, provavelmente em razão da alta qualidade fisiológica apresentada por estas.

De acordo com a Tabela 6 pode-se verificar que não há diferença estatística entre os tratamentos para o teste de condutividade elétrica, porém, para os demais testes de vigor, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e massa seca há uma tendência de o nível médio apresentar valores inferiores em todos eles.

Tabela 6 - Dados médios de condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca (MS) de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) no oitavo dia produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	CR (cm)	CPA (cm)	MS (g)
Alto	56 a	12,64 ab	9,97 a	0,0135 a
Médio	71 a	11,7 b	9,09 b	0,012 b
Baixo	70 a	14,25 a	10,02 a	0,011 b
CV	18,7	10,61	7,77	10,59

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O coeficiente de variação da condutividade elétrica foi alto, não sendo possível verificar diferenças estatísticas na qualidade da semente entre as áreas, mas analisando os dados, verifica-se uma tendência da semente produzida com uma dose alta de P apresentar melhor integridade de membranas, pois apresentou numericamente o menor valor de condutividade.

Com relação ao comprimento da raiz e parte aérea, as sementes produzidas com alto nível de P no solo e aquelas produzidas em área de baixo nível de P, mas com acréscimo de adubação, apresentaram os melhores resultados, sendo estatisticamente diferentes em relação às sementes produzidas com uma quantidade média de P_2O_5 . Segundo a Potafos (1998), o P ajuda as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente.

A massa seca de plântula foi estatisticamente maior nas plântulas originadas de sementes que possuíam maior quantidade de P_2O_5 no solo. Fox & Albrecht, citados por Costa et.al, (1983), realizando estudos de fertilidade do solo sobre a qualidade de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), observaram que certas propriedades da semente e o comportamento das plântulas são afetadas pelos níveis de nutrientes sob os quais crescem as plantas mães. Segundo os autores, o vigor das plântulas foi afetado pelo suprimento de fertilizantes às plantas mães. Rodrigues et al. (1985) constataram que a adubação com superfosfato triplo ocasionou efeitos benéficos significativos, tanto imediato como residual, no

rendimento de matéria seca de aveia-preta. Fornasieri Filho et al.(1988), trabalhando com milho-pipoca revelou que, no geral, o aumento das doses de P no solo, proporcionaram aumentos no peso seco das plântulas, o fornecimento de 100 kg/ha de P₂O₅ possibilitou a obtenção de plântulas mais pesadas.

Os teores de macronutrientes da semente (Tabela 7) não foram afetados pelos tratamentos, pois os valores de N, P, K, Ca e Mg não diferiram estatisticamente entre as doses de adubo adicionadas ao solo.

Tabela 7 – Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg nas sementes de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	N	P	K	Ca	Mg
Alto	22,99 a	3,90 a	5,44 a	0,96 a	3,48 a
Médio	22,55 a	3,84 a	5,63 a	1,14 a	3,25 a
Baixo	21,75 a	4,27 a	6,36 a	1,07 a	3,5 a
CV	7,92	6,59	12,95	10,57	9,98

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O macronutriente acumulado em maior quantidade foi o nitrogênio e o de menor acúmulo foi o cálcio, a sequência de absorção foi N > K > P > Mg > Ca. Contudo, os valores dos teores de P encontrados nos três níveis são inferiores aqueles apresentados pelo Manual de Adubação e de Calagem (2004). Pelo manual a sequência de absorção seria N > P > K, onde os teores médios de P ficam em 10 kg/t¹. Porém, Oliveira et al., (1994) trabalhando com aveia, menciona que o N e o P tem uma relação muito estreita com a produção de grãos, ue atinge o máximo quando a relação N absorvido/ P absorvido é de 5/1. Nakagawa et al. (2005)

analisando os teores dos nutrientes nos grãos de aveia verificou que esses não foram afetados pelas doses dos adubos apesar da adubação fosfatada ter ocasionado efeitos favoráveis nos teores dos nutrientes na folha bandeira. Diferente de Bolland & Baker (1989), que observaram que a aplicação de P à planta mãe aumenta o conteúdo de P da semente produzida.

A tabela 7.1 mostra os valores dos macronutrientes totais exportados, a exportação de N e Mg parece ser igual em todos os tratamentos, no entanto ao ser calculado o valor total exportado em razão da multiplicação do teor existente na semente pelo total produzido verifica-se que a quantidade de N e Mg é diretamente proporcional ao teor de P encontrado no solo. Para os nutrientes P, K e Ca os nível médio e alto foram os que mais exportaram nutrientes para as sementes, diferindo estatisticamente do nível baixo, com menor exportação para esses nutrientes.

Tabela 7.1 – Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg na produtividade total de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível Fósforo	N	P	K	Ca	Mg
	(Kg/ha)				
Alto	80,67 a	13,7 a	19,2 a	3,39 b	12,2 A
Médio	74,4 b	13,1 a	19,1 a	3,9 a	11,1 B
Baixo	53,2 c	10,1 b	15 b	2,52 c	8,26 C
CV	7,86	6,36	12,4	9,2	9,9

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Malavolta (1993), o interesse em conhecer os teores de nutrientes é acoplado à avaliação do estado nutricional por meio da variação na composição de órgãos representativos. O conhecimento da exigência nutricional e da concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por meio dos fertilizantes, obtendo, assim, melhores rendimentos.

A Tabela 8 apresenta os resultados médios do nível de micronutrientes na semente de trigo. Os micronutrientes Cu, Zn e Mn não apresentaram diferença

estatística entre os tratamentos, já o ferro foi mais acumulado nas sementes do nível médio de P, diferindo dos demais níveis. O Fe foi o micronutriente mais absorvido pelas sementes, nos três níveis de fertilidade e o Cu foi o menos absorvido. A sequência de absorção foi Fe > Mn > Zn > Cu.

Tabela 8 – Teores dos micronutrientes Cu, Zn, Fe e Mn nas sementes de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	Cu	Zn	Fe		Mn
			(mg. kg ⁻¹)		
Alto	4,43 a	33,05 a	75,86 b		52,16 a
Médio	4,67 a	37,16 a	131,03 a		51,46 a
Baixo	5,37 a	37,14 a	73,10 b		49,34 a
CV	12,14	11,3	4,6		16,57

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Porém, quando o acúmulo é analisado pela produtividade total (Tab. 8.1) os micronutrientes Cu, Zn e Mn diferiram estatisticamente para o nível baixo de P, menor valor extraído de nutrientes.

Tabela 8.1 – Teores dos micronutrientes Cu, Zn, Fe e Mn na produtividade total de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo no solo.

Nível de Fósforo	Cu	Zn	Fe		Mn
			(kg/ha)		
Alto	15,6 A	116 A	266 B		183,1 A
Médio	15,9 A	127,1 A	448 A		176 A
Baixo	12,7 B	87,7 B	172 C		116,4 B
CV	11,7	10,4	26,9		15,7

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segundo Timiriazem (1973), durante o período vegetativo, as plantas acumulam reservas que, posteriormente, são translocadas para sementes. Assim, adequado fornecimento de nutrientes assegura o bom desenvolvimento das plantas, condicionando-as a produzirem metabólitos necessários ao desenvolvimento normal das plantas e frutos. Nas sementes é necessário que o acúmulo de reservas seja feito adequadamente, uma vez que o crescimento inicial das plântulas depende dessas substâncias.

De um modo geral, os carboidratos, as proteínas e os lipídeos são as principais substâncias de reserva. Os carboidratos constituem as principais substâncias armazenadas em sementes da maioria das espécies cultivadas, sua função principal é o fornecimento de energia para a retomada do desenvolvimento do embrião durante e germinação. Os carboidratos podem ser divididos em três grandes grupos: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, sendo o amido um dos representantes dos polissacarídeos. Ele é uma substância metabolicamente inativa, armazenada em maiores quantidades nas sementes, principalmente no endosperma de gramíneas e no embrião de algumas leguminosas. É formado a partir de açúcares translocados para a semente, sendo depositado em organelas celulares derivadas de protoplastídeos, denominados amiloplastos. As proteínas são macromoléculas nitrogenadas, de tamanho considerável e estrutura complexa, constituídas por combinações de aminoácidos, em proporções variadas. São tão importantes para a vida vegetal e animal que todas as reações fisiológicas das células vivas gravitam em torno de suas propriedades químicas e físicas. Constituem importante reserva alimentar em sementes da maioria das espécies, sendo, após a água, o componente mais importante do protoplasma e essenciais para a formação de novos tecidos. As proteínas vegetais podem ter função estrutural, nutritiva ou enzimática, participando da estrutura de tecidos, liberando aminoácidos usados como substratos para a respiração e monitorando reações químicas, respectivamente. Há também aquelas que atuam em mecanismos de transporte, de defesa ou como reguladoras de processo fisiológico (Marcos Filho, 2005).

De acordo com a Tabela 9, o teor de proteína foi superior nas sementes de trigo cultivadas em um nível médio de P. Esse resultado justifica-se não pela disponibilidade de adubação fosfatada, mas pelas características do solo de nível

médio, ele possui maior teor de matéria orgânica, disponibilizando maior quantidade de N para as plantas desse nível. O N é um componente de vitaminas, do sistema enzimático da planta e um componente essencial dos aminoácidos, os quais formam as proteínas. Em consequência, é o responsável direto pelo aumento do teor de proteína (Potafos, 1998).

Esse resultado vai de encontro aos obtidos por Nakagawa et al. (2001) que, trabalhando com aveia-preta, observou que não houve efeito do adubo fosfatado e do potássico no teor de proteína da semente. Também em aveia, Portch et al. (1968) constataram que o N é mais importante em controlar o teor de proteína das sementes que o P e K. Segundo Mengel & Kirkby (1982), em cereais, as sínteses de proteína e de amido competem por fotossintetizados durante o período de enchimento de grãos, sendo que, quando a necessidade de N para o rendimento é satisfeita, o N é usado para melhorar a concentração de proteína no grão. Desta forma, se o suprimento de N é abundante nessa fase, alta proporção de fotossintetizados são convertidas em proteínas.

Porém, Gallo et al. (1976) estudando a influência da adubação em milho obteve uma correlação positiva do teor de proteína com o micronutriente Fe. Essa poderia ser a explicação do porque o teor de proteína do nível médio foi superior aos demais, pois esse nível apresentou elevado teor de Fe na semente (Tabela 8).

Tabela 9 – Teores de proteína, amido e açúcar nas sementes de trigo (*Triticum aestivum*) produzidas sob diferentes níveis de fósforo.

Nível de Fósforo	Proteína	Amido	Açúcar
	mg proteína solúvel/g de semente ⁻¹	mg amido/g de semente ⁻¹	mg açúcar sol./g de semente ⁻¹
Alto	7,18 b	233,5 b	27,5 b
Médio	8,11 a	222,3 b	31,3 a
Baixo	6,58 b	294,4 a	33,5 a
CV	12,6	18,27	4,37

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse mesmo autor menciona que o acréscimo do teor de proteína do grão está associado a um decréscimo do teor de amido, e que o teor de amido e a produção estão negativamente correlacionados. Essas constatações também foram encontradas neste trabalho, o nível baixo de P apresentou o maior valor de amido na semente e o menor teor de proteína (Tabela 9), como também menor rendimento e peso de mil sementes (Tabela 4).

O nível alto de P apresentou menor taxa de açúcar solúvel na semente, o nível médio e o nível baixo não apresentaram diferença estatística no valor de açúcar solúvel/ grama de semente.

4.1 Geração subsequente

A Tabela 10 apresenta os dados de rendimento e peso de mil sementes. O nível médio difere dos demais em rendimento, sendo o menos produtivo. Contudo as sementes geradas nesse nível foram as que apresentaram maior peso de mil sementes.

Apesar dessa diferença entre os níveis, as médias do peso de mil dos três tratamentos são superiores a média do peso de mil sementes da cultivar Pampeano. Segundo a empresa responsável pela cultivar, a média é de 38,1g.

Tabela 10 - Dados médios do rendimento e do peso de mil sementes (PMS) de trigo (*Triticum aestivum*) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.

Nível de fósforo	Rendimento (kg/ha)	PMS (g)
Alto	4122 a	43,5 ab
Médio	3720 b	46 a
Baixo	4062 a	42,7 b
CV	5,8	6,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo havendo diferenças entre os níveis as sementes subsequentes apresentaram boa qualidade e bom rendimento, ficando acima da média de

germinação para comercialização (Tabela 11) e com peso de mil sementes maior que a média da cultivar.

Tabela 11 - Dados médios (%) de primeira contagem da germinação (1ªCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de trigo (*Triticum aestivum*) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.

Nível de fósforo	1º CG (%)	G (%)	EA (%)
Alto	96 a	97 ab	79 a
Médio	90 b	95 b	80 a
Baixo	97 a	98 a	76 a
CV	5,02	2,26	9,01

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado das sementes subseqüentes (Tabela 11) foram similares aos encontrados nas sementes progenitoras (Tabela 5). O nível médio de fertilidade apresentou o menor valor de primeira contagem e germinação, o nível alto e o nível baixo foram estatisticamente superiores ao médio. Os valores de envelhecimento acelerado não diferiram estatisticamente entre os tratamentos.

Apesar de estatisticamente diferentes, a germinação dos três níveis estão muito superiores ao considerado ideal para a comercialização da semente. O nível para comercialização segundo o Ministério da Agricultura é de 80% de germinação, ficando evidente a alta qualidade da semente subseqüente produzida.

De acordo com a Tabela 12, as sementes provenientes do nível médio de P apresentaram maior comprimento de raiz, contudo o comprimento da parte aérea e o peso de matéria seca não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 12 - Dados médios de comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca (MS) de sementes de trigo (*Triticum aestivum*) da geração subsequente cultivado em casa de vegetação.

Nível de fósforo	CR (cm)	CPA (cm)	MS (g)
Alto	14,38 b	9,90 a	0,0149 a
Médio	24,58 a	9,88 a	0,0154 a
Baixo	14,16 b	9,53 a	0,0145 a
CV	9,3	7,06	7,56

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. Considerações Finais

A gleba com baixo nível de P, que recebeu uma dose de adubo fosfatado em pré-semeadura, apresentou menor rendimento e menor peso de mil sementes, contudo, na primeira contagem da germinação, germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz e comprimento de parte aérea seus resultados foram semelhantes ao do nível maior de P no solo.

Os teores de macronutrientes não foram influenciados pelos tratamentos, já nos micronutrientes, o Fe apresentou diferença entre os tratamentos, as sementes do nível médio de fósforo apresentaram maiores teores desse elemento.

Em relação à composição química, as sementes oriundas da área com teor médio de P apresentaram maior quantidade de proteína, já as do nível baixo apresentaram maior quantidade de amido. As sementes dessas duas áreas apresentaram os maiores valores para o açúcar.

Na geração subsequente as sementes provenientes do nível médio de P no solo, mantiveram a tendência de apresentar menor potencial fisiológico que as sementes geradas nas outras áreas.

6. Conclusões

- O aumento da disponibilidade de P colabora para a melhora da qualidade fisiológica da semente de trigo.
- Os níveis de fósforo utilizados não influenciaram a composição química e mineral das sementes de trigo.

7. Referências Bibliográficas

AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRC Press, 1987. 168p.

ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R.L.A.; SADER, R.; ALVES, A. U.; Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, nº1, p.132-137, 2005.

ANTUNIASSI, U.R. Agricultura de precisão: aplicação localizada de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELES, S.H.B. (Org.) **Tecnologia e segurança na aplicação dos agrotóxicos - novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.53-63.

ANGHINONI, I. & BISSANI, C.A. Fósforo e adubos fosfatados. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fertilidade dos solo e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, Genesis, 2004. v.1. p.117-138.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, **Official methods of analysis**. 10. ed. Washington: Editorial Board, 1965. 909p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, 1975. 1094p.

AUSTIN, R.B. The growth of water cress (*Rodippa nastortumaquaticum* L.) from seed as affected by the phosphorus nutrition of the mother plant. **Plant and Soil**, The Hague, v.24, p.113-120. 1966.

BATCHELOR, B.; WHIG HAM, K.; DEWITT, J., et al. **Precision agriculture: introduction to precisión agriculture**. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p.
Disponível na Internet. [http:// www.extension.iastate.edu/](http://www.extension.iastate.edu/)

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004.

BOLLAND, M.D.A & BAKER, M.J. High phosphorus concentration in *Trifolium balansae* and *Medicago polymorpha* seed increases herbage and yields in the field. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melburn, n.29, p.791-795, 1989.

BOLLAND, M.D.A.; PAYTER, B.H. & BAKER, M.J. Increasing phosphorus concentration in lupin seed increases grain yields on phosphorus deficient soil. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melburn, n.29, p.797-801. 1989.

BUCKERIDGE, M.S.; SANTOS, H. P. DOS; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P.M. Mobilização de Reservas. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artemed, 2004. Cap.10.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV /CLAV, 1992. 365p.

CAMARGO, F. O. A.; SÁ, E. L. S. de. Nitrogênio e adubos nitrogenados. In: BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 93-116.

CAMPBELL, C. A.; DE JONG, R. Root-to-straw influence of moisture and rate of N fertilizer. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 81, p. 39-43, 2000.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A.Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.3, p.617-624, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Campinas: Fundação Cargill, 1980. 224p.

CAVALCANTE, J.I.V. **Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.).** 1978. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CICERO, S.M.; TOLEDO, F.F. de & CAMPOS, H. de. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção, a germinação e o vigor das sementes de milho. **Rev. Bras. Sem.**, Brasília, 1(2)13-23,1979.

COELHO, M.A.O.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, M.A.; RIBEIRO, A.C.; SEDIYAMA, C.S. Composição mineral e exportação de nutrientes pelos grãos do trigo irrigado e submetido a doses crescentes e parceladas de adubo nitrogenado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 275, p.81-84, 2001.

COQUEIRO, E. P.; SANTOS, H. L.; ANDRADE, J. M. V. de. Adubação N P K e microelementos em trigo em solo de várzea, em Sete Lagoas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.111-114, 1972.

COSTA, N.P. da; FRANÇA NETO, J. de B.; ALMEIDA, A.M.R.; HENNING, A.A.; PALHANO, J.B.; SFREDO, G.F. Efeito de níveis e métodos de aplicação do cloreto de potássio sobre a germinação, vigor e emergência de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3., 1983, Campinas. **Resumos...** Campinas: 1983. p.114.

CUNHA, G. R. Buscando a elevação do rendimento de grãos em trigo. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2005. 7 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 50). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do50.htm

DAVIS, G., CASADY, W.: MASSEY, R **Precision agriculture: An introduction. Water quality. University of Missouri- System**, 1998. P.8. Disponível na Internet. <http://www.fse.missouri.edu/mpac/pubs/wq0450.pdf>

DELOUCHE JC. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience** 15: 775-780.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes. III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.57-64, 1981.

DURRANT, A. Enviromental conditioning of flax. **Nature**, London, v.181, p. 928-929.1958.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. V.; STONE, L. F. Resposta do feijão a adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 8-9, 2003.

FORNASIERI FILHO, D.; BRANDAO, S.S.; SADER, R.; VITTI, G.C. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica de sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, n.1, p. 43-52, 1988.

FORNASIERI FILHO, D.; BRANDÃO, S.S.; SADER, R. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.1, p.43-53, 1987.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.97-103, 2000.

GALLO, J. R. ; TEIXEIRA, J. P. F. ; SPOLADORE, D. S.; IGUE, T.; MIRANDA, L. T. de. Influência da adubação na s relações entre constituintes químicos dos grãos, dos grãos e das folhas, e a produção de milho. **Bragantia**, Campinas, 35:413-432, 1976.

GIANELLO, C.; GIASSON, É. Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivos. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e Adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. cap.2., p.21-32.

GNIAZDOWSKA, A.; KRAWCZECK, A.; MIKULSKA, M.; RYCHTER, A. M. Low phosphorus nutrition alters bean plants ability to assimilate and translocate nitrate. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 22, p.278-89, 1999.

GUERRA et al., Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. Maringá, **Acta Sci. Agron.v.** 28, n. 1, p. 91-97, Jan./March, 2006.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.95, 2001.

HAMPTON, J.M.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C.A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Revista Floresta e Ambiente** Vol. 5(1):171-183, jan./dez. 1998.

KANO C; CARDOSO AII; VILLAS BÔAS RL. 2004. Doses de fósforo na produção de sementes de alface. **Horticultura Brasileira** 22: 410. (CD-ROM).

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Atributos de desempenho industrial e qualidade de sementes em aveia branca em função da disponibilização da adubação nitrogenada, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.587-589, mai-jun, 2003.

LEITE, C. W. Agricultura de precisão – aplicada a fertilidade do solo para produção de sementes de arroz irrigado (*Oryza Sativa L.*). Pelotas: UFPel, 2007. 110p. (Tese de Doutorado).

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A. & TELLA, R. Efeito da calagem e adubação com NPK na qualidade de sementes de amendoim. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 21(9):941-4, 1986.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 251 p.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos - função dos nutrientes na planta. In: SÁ, M.E. & BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.19-43.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANZATTO, C.V.; Bhering, S.B.; Simões, M. Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos, 1999.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995, 889p.

MASCARENHAS, A.A. Abertura de vagens de soja, em decorrência de fatores ambientais e de deficiência do potássio. **O Agrônomo**, Campinas, v.42, n.1, p.64-69, 1989.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed., Worblaufen Bern/Switzerland: International Potash Institute, 1982. 655p.

MEURER, E.J.; INDA Jr., A.V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.139-151.

MILANI, L.; SOUZA, E.G. de; URIBE-OPAZO, M.A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J.A.; PEREIRA, J.O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p.591-598, 2006.

MOLIN, J.P. Agricultura de precisão. Parte II: Diagnósticos, aplicação localizada e considerações agronômicas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.17, n.2, p.108-121, dez.1997.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; BICUDO, S. J. Produção e qualidade de sementes de aveia-preta em função da adubação fosfatada e potássica. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, nº 1, p.260-266, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: NAKAGAWA, J.; CARVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas na emergência da panícula sobre a produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.160-166, 1996.

NAKAGAWA, J. et al. Produção e qualidade de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.95-101, 1994.

OLIVEIRA, A.P.D.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.D.L.A.; BRUNO, G.B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.102-108, 2000.

PARRA, M.S.; MIRANDA, G.M. Uso de fertilizantes na cultura do feijoeiro. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARARNÁ. **Uso de fertilizantes na agricultura paranaense**. Londrina: IAPAR, 1980. p.55-60. Circular, 16.

PAULETTI, V. Plantio direto: atualização tecnológica. São Paulo: **Fundação Cargil**, 1998.

PELTONEN, J. Ear developmental stage used for timing supplemental nitrogen application to spring wheat. **CropScience**, Madison, v.32, n.4, p.1029-1033, 1992.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Prediction of storage potential of onion seed under commercial storage conditions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, p.649-659, 1984.

POTAFÓS. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1998. 177p.

RAIJ, B. Van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres; Piracicaba: **Potafos**, 1991. p.181-202

RODRIGUES, A.N.A.; VOLKWEISS, S.J.; ANGHINONI, I. Efeitos imediatos e residuais do superfosfato triplo sobre o rendimento de matéria seca e absorção de fósforo por aveia forrageira em solo Podzólico Vermelho-Escuro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n.3, p. 219-224, 1985

ROCHA, J.V.; Lamparelli, R.A.C. Geoprocessamento. In: Silva, F.M. **Mecanização e agricultura de precisão**. Poços de Caldas: UFV, 1998, cap.1, p.1-30.

ROLAS. **Recomendações de adubações e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS- Núcleo Regional Sul. 1994. 224p

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade das sementes. In: SÁ, M.E. & BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.65-98.

SENO, S.; NAKAGAWA, J.; ZANIN, A.W.C.; MISCHAN, M.M. Efeitos de níveis de fósforo e potássio sobre características de frutos e qualidade de sementes de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.2, p.25-28, 1987.

SILVA, R. C. C.; ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; FONTES, P. C. R.; SOUZA, L. T. Índice spad na folha de trigo submetido à doses de nitrogênio e de trinexapac-etil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007., Gramado. **Resumos...**, Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. (CD-ROM).

SOFFER H; SMITH OE. 1974. Studies on lettuce seed quality: V. Nutritional effects. **Journal of American Society for Horticultural Science** 99: 459-463.

TANAKA, R.T. et al. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993.

TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A. Acidez do solo e seus efeitos nas plantas. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p.75-92.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ANDRADE ARAÚJO, G. A. de; ANDRADE, M. J. B. de Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, vol. 64, nº 1, 2005.

TEIXEIRA, M.G.; ARAÚJO, A.P. Aumento do teor de P em sementes de feijoeiro através da adubação foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Resumos expandidos**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.756-59.

THOMAZELLI, L.F.; SILVA, R.B.D.; BIASI, B.; NOVAIS, R.F.D.; SEDIYAMA, C.S. Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção e qualidade de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.161-165, 1992.

TIMIRIAZEN, K.A. The use of plant analysis of the nutrition system for vegetable plant grown for seed production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.29, p. 29-79, 1973.

TOLEDO, F.R. & MARCOS-FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.

TURKIEWICZ, I. **Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. Piracicaba: ESALQ, 1976. 82p. (Dissertação Mestrado).

TRIGO, L.F.N.; PESKE, S.T.; GASTAL, M.F.; VAHL, L.C.; TRIGO, M. F. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n. 1, p.111-115, 1997.

VIEIRA, R.A. Teste de condutividade elétrica. In VIEIRA, R. D., CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VIEIRA, R.F. et al. Desempenho de sementes de feijão colhidas de plantas nãoadubadas, adubadas com macronutrientes e com macro + micronutrientes. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 34, n. 192, p. 162179, 1987.

VIEIRA, R.F. Influência de teores de fósforo no solo sobre a composição química, qualidade fisiológica e desempenho no campo de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.186, p.173-188. 1986.

WETZEL, M.; POPINIGIS, F.; CAMARGO, C.P. & LOBATO, E. Efeitos da adubação em solos de cerrado sobre a qualidade de sementes de milho. 1. Fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, Curitiba, 1979. **Resumos de trabalhos técnicos**, 1979, p. 23.

ZANIN, A.C.W. & MOTA, I.F. Efeitos de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade de sementes de quiabeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.167-169, 1995.