

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLA FERNANDA FERREIRA



DIAGNOSE NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE MILHO  
(*Zea mays* L.) DE DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS

CURITIBA

2009

CARLA FERNANDA FERREIRA

DIAGNOSE NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE MILHO  
(*Zea mays* L.) DE DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Solo, Área de Concentração em Química, Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Solo.

Orientador: Dr. Antonio Carlos Vargas Motta  
Co Orientador: Dr. Carlos Bruno Reissmann

CURITIBA

2009

2009

Ferreira, Carla Fernanda

Diagnose nutricional de cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos / Carla Fernanda Ferreira.— Curitiba, 2009. 114 f.

Orientador: Antonio Carlos Vargas Motta.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de

Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Milho - Nutrição. 2. Milho – Variedades. 3. Milho híbrido. I. Título.

CDU 631.811:633.15

CDD 633.15



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO (MESTRADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648  
Página: [www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/](http://www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/)  
E-mail: [pgcsolo@ufpr.br](mailto:pgcsolo@ufpr.br)

## PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **CARLA FERNANDA FERREIRA**, sob o título: "**Diagnose nutricional de cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüida a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 27 de fevereiro de 2009.

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, Presidente.

Prof. Dr. Luis César Cassol, Iº. Examinador.

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, IIº. Examinador.



Pelo carinho e incentivo de todos que  
contribuíram para a realização deste trabalho.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial minha mãe Marcela Szawka e meu irmão João Gustavo Ferreira, pelo estímulo, apoio e por todas as palavras de incentivo e carinho nos momentos difíceis.

Ao meu querido Rafael de Geus Alves carinhosamente sempre ao meu lado.

Ao meu orientador Professor Doutor Antônio Carlos Vargas Motta pela confiança e parceria e ao meu co-orientador Professor Doutor Carlos Bruno Reissmann pela grande contribuição na realização deste trabalho, a vocês meu muito obrigada!

Ao professor Doutor Juarez Gabardo e aos agrônomos Nicolas dos Santos e Julio Valaski por permitirem minha participação neste projeto.

Ao engenheiro agrônomo Volnei Pauletti pelo incentivo e grande ajuda no meu ingresso ao mestrado na Universidade Federal do Paraná.

Aos professores do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, que dividiram seus conhecimentos ao longo destes dois anos contribuindo para minha formação profissional.

Aos companheiros dos laboratórios de Biogeoquímica, Física do Solo e Fertilidade pela grandiosa ajuda.

Aos colegas do curso de pós-graduação em Ciência do Solo agradeço pela amizade e convívio, em especial a turma que ingressou no ano de 2006.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que prestaram seu apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O incremento na produção de milho de países em desenvolvimento está associado à adoção de tecnologias como a introdução de híbridos com elevado potencial genético. Entretanto, a melhoria genética das plantas para obter um aumento no rendimento pode estar reduzindo os valores nutritivos dos grãos e na planta. Assim, com o objetivo de avaliar a influência da seleção genética na nutrição das plantas, estabeleceu-se um experimento em condições de campo no município de Rolândia - estado de Paraná - Brasil. Dez cultivares de milho representadas por cinco níveis tecnológicos foram selecionadas e colhidas por dois anos em solos com elevada fertilidade. Avaliou-se as cultivares selecionadas por fazendeiros de subsistência (cultivares crioulas), as variedades melhoradas, os híbridos simples, duplos e triplos. A planta foi cortada inteira no estágio de maturação de grãos e separada em cinco frações: colmos, folhas, grãos, sabugos, brácteas e pendões, para determinação da massa seca. Somente nas três primeiras frações foram avaliadas a concentração de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Na, Zn, B e Cu. O delineamento experimental foi constituído de blocos ao acaso com cinco repetições. A primeira safra, 2005/2006, apresentou uma seca severa durante o estágio da reprodução em contraste com a segunda safra (2006/2007), que cresceu sob excelentes condições hídricas no ciclo inteiro. Calculou-se a quantidade de nutrientes em cada fração em relação à matéria seca. Também determinou-se a altura das plantas, altura da inserção das espigas, população de planta na colheita, extração e exportação dos nutrientes e relação C/P. Os resultados indicaram que os híbridos apresentaram maior estande de colheita e maior rendimento quando comparados com as cultivares crioulas e melhoradas. Mas, as cultivares crioulas apresentaram maior altura de plantas e altura da inserção da espiga do que os híbridos, indicado pela arquitetura das plantas. A porcentagem da massa dos grãos e da massa total foram os índices que melhor representaram o incremento genético, com valores de 22; 21; 19; 13 e 3% para a safra 2005/2006 e 51; 46; 44; 38 e 30% para a safra 2006/2007, respectivamente, para híbrido simples, híbrido duplo, híbrido triplo, variedades melhoradas e cultivares crioulas. A concentração dos grãos reduziu na seguinte ordem: N > K > P > Mg > Ca > Na > Fe > Zn > Mn > Cu, no ano sem seca. O incremento no nível tecnológico não afetou a qualidade dos nutrientes nos grãos com exceção do N. Os híbridos simples tiveram uma concentração mais baixa de N do que as cultivares crioulas na safra 2005/2006. Na safra seguinte, os híbridos simples e triplos tiveram uma concentração de N mais baixa quando comparadas com as cultivares crioulas. Assim, comparando os extremos quanto ao nível tecnológico observou-se que o incremento genético resultou na redução da concentração de N nos grãos. Entretanto, houve grandes variações dentro do mesmo nível tecnológico. A concentração das folhas diminuiu na seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P > Fe > Na > Mn > Zn > Cu, na safra sem déficit hídrico. Nesta mesma safra, os valores da concentração dos colmos foram: K > N > Mg > Ca > P > Fe > Na > Zn > Mn > Cu. O aumento no nível tecnológico acarretou na redução da concentração foliar de N, na primeira safra, e de P e K em ambos os anos. Os resultados foram semelhantes para a concentração de N e de P nos colmos em ambas as safras e para o K na primeira safra. Entretanto, os híbridos triplos apresentaram concentrações similares a um híbrido simples e a cultivar regional, observando valores mais elevados e mais baixos, indicando uma grande variabilidade dentro do mesmo nível tecnológico. A concentração dos nutrientes, principalmente N, P e K aumentou na segunda safra em que a disponibilidade da água foi favorável à absorção dos íons. Também, observou-se maior uma exportação de nutriente para os grãos na segunda safra comparada com a primeira. A concentração de N, Ca, Mg, Cu e Zn foi menor na safra 2006/2007 (sem seca) do que na safra 2005/2006 (com seca). Entretanto, o oposto foi observado para P, Fe, Mn e o Na nos grãos, a mesma resposta foi observada para o tecido das folhas. Para os colmos, a concentração de N, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Na foram mais elevados na safra 2006/2007 do que 2005/2006. Com relação com a disponibilidade de P, observou-se que as cultivares com nível tecnológico mais elevado apresentaram maior relação C/P, sugerindo maior imobilização durante a decomposição do resíduo. Concluiu-se que a seleção genética aumentou o rendimento dos grãos sem reduzir a concentração de nutrientes nos grãos. Entretanto, forneceu nos resíduos um aumento da relação C/P, indicando o predomínio da imobilização de P.

**Palavras-chave:** exigência de nutrientes, cultivares de milho.

## ABSTRAT

The corn yield increment in developing countries has been associated to the adoption of technologies such as the introduction of hybrids with high yield potential. However, there is a concern that the plant genetic improvement in order to obtain high yield should diminish the nutritive values of grain as well as the plant nutrition. So, in order to evaluate the change provided by genetic selection an experiment was established at field condition at Rolandia County – Paraná State – Brazil. Ten cultivars representing five corn technological levels were selected and cropped for two years in soils with high fertility. A pair of cultivar selected by subsistence farmers (creoles cultivars), improved varieties, double hybrids, simple hybrids and triple hybrids were used. The whole plant was cut at dry grain stage and split in five fractions: stalks, leaves, grains, husks, cob and tassel, in order to obtain the dry weigh. The three first ones fractions were evaluated for N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Na, Zn, B and Cu. The experimental design was randomized blocks with five replications. The first crop, 2005/2006, had severe drought during reproduction stage in contrast to second one, (2006/2007), which grew under excellent water supply in the entire cycle. The amount of nutrients in each fraction was calculated, from dry matter and it respective concentration. It was also determined the plant high, high of ears insertion, plant population at harvesting, nutrients extraction and exportation and C/P ratio. The result indicated that the hybrids had larger yield and plant stander than creoles cultivars. But, creoles cultivars were higher and had higher ear insertion than hybrids, showing changes for plant architecture. The percentage grain mass over total mass was the indices that better represented the genetic development, with values of 22; 21; 19; 13 and 3% for 2005/2006 harvesting and 51; 46; 44; 38 and 30% for 2006/2007 harvesting, respectively, for simple hybrids, double hybrids, triple hybrids, improved varieties and creoles cultivate. The grain concentration decreased in following order  $N > K > P > Mg > Ca > Na > Fe > Zn > Mn > Cu$ , for year without drought. Corn technological levels did not affect grains nutrient quality with exception for N. The simple hybrids had the lower N concentration than creoles cultivar for 2005/2006. For the following year, simple and triple hybrids had lower N concentration than creoles cultivar. So, by comparing the extreme in term of technological level it was possible to indicate that increment of technological level resulted in decrease on N concentration in the grain. However, there was a large variation inside same technological level. The leaves concentration decreased in the following order:  $N > K > Ca > Mg > P > Fe > Na > Mn > Zn > Cu$ , for year without drought. For the same year, the concentration values for stalks was  $K > N > Mg > Ca > P > Fe > Na > Zn > Mn > Cu$ . Technological level enhancement provided a diminishing on the foliar concentration of N, in the first crop year, and P and K for both years. Similar result was observed for N and P concentration of stalks for both year and K for the first year crop. However, one of two hybrid triple presented similar concentration than simple hybrid and the other similar to creoles cultivate which represent the highest and the lowest values observed, indicating a great variability inside of the same technological level. The nutrients uptake, mainly N, P and K increased for the second year when the water availability was favorable to ions absorption. Also, more nutrient exportation was observed by grains for second year comparing to the first one, following the yield. Clime played an important role at plant nutrient concentration between crops years. The N, Ca, Mg, Cu and Zn concentration was smaller for the 2006/2007 crop (without drought) than for the 2005/2006 (with drought). However, the opposite was observed for P, Fe, Mn and Na in the grains, the same response was observed for leaves tissue. For the stalks, the concentration of N, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn and Na was higher in harvest 2006/2007 than 2005/2006. Regarding the crop residue P availability, it was observed that the most technological cultivar had the highest C/P, suggesting more immobilization during residue decomposition. It concludes, the genetic selection enhanced yield potential without compromise the concentration of nutrients in the grain. However, it provided an increment of C/P for residues, indicating enhancement of P immobilization.

**Key words:** requirement of nutrients, to cultivate of maize



## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Localização cartográfica do município de Rolândia, estado do Paraná, onde localiza-se a Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda ..... 29
Figura 2	Distribuição mensal da precipitação pluviométrica relacionada com a temperatura média ( $\bullet$ T <sub>méd</sub> ) no período de avaliação das safras agrícolas de 2005/2006 (a) e 2006/2007 (b) ..... 30
Figura 3	Esquema do delineamento experimental constituído de cinco níveis tecnológicos de melhoramento genético utilizando duas cultivares de cada nível nas duas safras avaliadas 2005/2006 (a) e 2006/2007 (b) ..... 31
Figura 4	Comparação de safras quanto ao acúmulo de matéria seca na parte aérea e de grãos em fase de maturação de grãos ..... 45

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Média da extração e exportação de macro e micronutrientes em plantas de milho na fase de maturação .....	22
Tabela 2 Concentração máxima, média e mínima de nutrientes nos grãos de milho na fase de maturação.....	23
Tabela 3 Caracterização química de amostras de solo (0 – 10 cm) nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007. Estação Experimental da Monsanto Ltda., Rolândia, Estado do Paraná .....	34
Tabela 4 Estande de colheita, produtividade, altura da inserção da espiga e altura de plantas de cultivares de milho, na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	39
Tabela 5 Massa seca das frações folha, colmo, sabugo, brácteas, pendão, somatório total destas frações e dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., no município de Rolândia- PR) .....	44
Tabela 6 Teor de macronutrientes nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	47
Tabela 7 Teor de micronutrientes e benéfico nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	51
Tabela 8 Teor de macronutrientes nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	55
Tabela 9 Teor de macronutrientes nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	56
Tabela 10 Teor de micronutrientes e benéfico nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	60
Tabela 11 Teor de micronutrientes e benéfico nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	61

Tabela 12	Extração de macronutrientes de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	63
Tabela 13	Extração de micronutrientes e benéfico de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	67
Tabela 14	Exportação de macronutrientes de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	68
Tabela 15	Exportação de micronutrientes e benéfico de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	70
Tabela 16	Relação Carbono e Fósforo nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR) .....	72
Tabela 17	Relação Carbono e Fósforo nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	73
Tabela 18	Relação Carbono e Fósforo nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06) .....	74

## SUMÁRIO

	Página
Resumo .....	vii
Abstrat .....	viii
1 Introdução .....	14
1.1. Objetivos .....	16
1.1.1. Objetivo geral .....	16
1.1.2. Objetivos específicos .....	17
2. Revisão bibliográfica .....	18
2.1. Evolução da produção de milho no Brasil .....	18
2.2. Relação entre o potencial genotípico de plantas de milho e os processos metabólicos e assimilação de nutrientes .....	19
2.3. Diagnose nutricional em plantas de milho com ênfase em recomendações de práticas agrícolas .....	21
2.4. Influência climática no desenvolvimento de cultivares de milho .....	24
2.5. Mineralização e imobilização do fósforo a cultura milho .....	25
2.6. Importância da relação entre a qualidade nutritiva e a alimentação animal ..	27
3. Material e métodos .....	29
3.1. Localização e caracterização da área do experimento .....	30
3.2. Delineamento Experimental .....	31
3.3. Manejo do solo, adubações realizadas e tratos culturais .....	32
3.4. Amostragem e Análises do Experimento .....	33
3.4.1. Amostragem do solo .....	33
3.4.2. Amostragem de plantas .....	35
3.4.3. Análises dos tecidos .....	36
3.5. Avaliações realizadas no experimento .....	37
3.6. Análise de Variância .....	38
4. Resultados e discussões .....	39

4.1. Comparação de arquitetura de planta e produtividade entre os genótipos avaliados .....	39
4.2. Comparação da porcentagem de massa produzida nas frações entre genótipos avaliados .....	43
4.3. Diagnose nutricional de nutrientes entre genótipos de milho .....	45
4.3.1. Avaliação da concentração de nutrientes na fração grãos .....	47
4.3.2. Avaliação da concentração de nutrientes na fração folhas e colmos .....	55
4.4. Teor de extração e exportação de nutrientes entre genótipos de milho .....	63
4.5. Relação de imobilização e mineralização de fósforo .....	71
4.6. Comparação entre safras avaliadas .....	76
5. Conclusões .....	78
6. Referências Bibliográficas .....	80
ANEXOS .....	90

## 1. Introdução

A cultura do milho é considerada uma das principais espécies comerciais utilizadas no mundo, se destacando pela sua aptidão de uso como silagem, consumo humano, produção de óleos e combustíveis, ração animal e pela sua importância econômica aos produtores. Comparando-se com outras espécies agrícolas é uma das culturas que mais se destaca em avanços científicos em diversas áreas de conhecimento agrônomo, principalmente com o objetivo de aumentar os rendimentos produtivos levando-se em consideração os custos de produção envolvidos e, conseqüentemente, gerar maior renda aos produtores e à economia nacional.

Expectativas relacionadas ao aumento dos índices produtivos da cultura do milho estão relacionadas à adoção de tecnologias como a introdução de híbridos de alto potencial produtivo, capazes de obterem uma melhor eficiência na conversão de nutrientes absorvidos, permitindo uma melhor eficiência no uso dos fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo das culturas e aumento da população de plantas.

A adoção de tecnologias de cultivo gera uma garantia de aumento nos índices de produtividade da cultura do milho entre os produtores brasileiros, a exemplo do que ocorre no estado do Paraná. Dentre as tecnologias capazes de elevar os índices produtivos de grãos de milho está a adoção de cultivares de potencial genético produtivo elevado.

Existem cultivares de milho com variado nível tecnológico apresentando diferente respostas quanto à adaptação às condições de estresse bióticas e abióticas, determinando os diferentes índices produtivos de grãos. A cultivar ideal é aquela que proporciona melhor adaptação a estas condições e que acarrete um incremento na produtividade, possibilitando à cultura melhor utilização de água, luz e nutrientes. Trata-se de uma cultura considerada uma das mais eficientes em conversão de energia fotossintética para a produção de biomassa.

A introdução de híbridos de alto potencial produtivo, acompanhada de um correto manejo da cultura como sistema de uso do solo e controle de pragas e doenças, tem contribuído para o aumento da produtividade de grãos. De acordo com

estatísticas realizadas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB, 2008) o rendimento dos grãos de milho aumentara quando comparamos a safra de milho 1997/1998 cujo rendimento dos grãos foi de 2,7 t/ha para 3,9 t/ha na safra 2007/2008.

Muitas vezes este aumento está relacionado com a melhor utilização de nutrientes por estes híbridos, proporcionando durante todo o ciclo da cultura um estado nutricional ótimo capaz de suprir todas as suas necessidades, quando as condições de campo estiverem adequadas.

A diagnose nutricional obtida através da análise do tecido vegetal é um importante instrumento para avaliar o estado nutricional das plantas e detectar deficiências, além de ser uma ferramenta de auxílio para recomendações de adubações equilibradas e como uma forma de corrigir evitando rendimentos na produção, principalmente em culturas perenes.

Esta diagnose é obtida através de comparações entre os valores obtidos pela análise da concentração de nutrientes na cultura do milho, determinando-se os níveis nos tecidos vegetativos com concentrações destes em plantas com valores padrão.

As variações da concentração de nutrientes nas plantas são reflexos da disponibilidade de nutrientes no solo, da capacidade de absorção pelas plantas (variável entre as culturas), das alterações climáticas durante o período de desenvolvimento das culturas e do ganho tecnológico adotado entre diferentes cultivares.

As condições físicas das camadas do solo afetam o desenvolvimento de raízes e a produtividade das culturas. A adubação localizada pode disponibilizar uma grande quantidade dos elementos químicos, em um pequeno volume de solo requeridos para o desenvolvimento das plantas. Mas pode propiciar salinidade no volume aplicado, diminuindo a distribuição de raízes e, portanto, dificultam o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Há grandes variações nos resultados obtidos a respeito do estado nutricional de plantas, incluindo cultivares de milho. Tal fato pode estar associado à grande diversidade genética presente nos genótipos adotados pelos produtores e à significativa influência do ambiente na absorção de nutrientes em plantas de milho.

Heckman *et al.* (2003) estudaram o comportamento nutricional de 10 híbridos de milho, grãos em estágio de colheita, ao longo de 23 anos de estudo e determinaram as concentrações máximas, médias e mínimas de macro e micronutrientes. Segundo os autores estas concentrações de nutrientes são uma importante ferramenta para monitorar safras de milho e, quando utilizado em conjunto ao plano de aplicação de nutrientes, ampliará os níveis de precisão da fertilização do solo e de plantas.

O estudo da diagnose nutricional em plantas de milho em função do nível tecnológico adotado em cultivares utilizadas pelos produtores possibilita identificar materiais mais adaptados às condições de deficiências nutricionais e melhorar a eficiência na conversão destes nutrientes, minimizando o custo de produção quanto ao uso de insumos agrícolas.

Para o entendimento das variações da diagnose nutricional em função do ganho tecnológico genético de dez cultivares de milho (*Zea mays* L.) este estudo propõe avaliar a concentração total de nutrientes para verificar a relação de suprimento e déficit desta cultura visando atenuar os problemas nutricionais destas cultivares.

Espera-se que as cultivares com maior nível tecnológico genético além de obterem maiores respostas produtivas de grãos de milho, apresentem maior conteúdo de nutrientes nos grãos no período de colheita identificando melhor uso e extração de macro e micronutrientes provindos do solo.

## **1.1. Objetivos:**

### **1.1.1. Objetivo geral:**

Esta dissertação objetivou avaliar o estado nutricional de dez cultivares de milho de cinco diferentes níveis tecnológicos, para entendimento da qualidade nutricional em função do ganho tecnológico adotado.



### 1.1.2. Objetivos específicos:

- Avaliar a quantidade de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), micronutrientes (Zn, B, Cu, Mn e Fe) e elemento benéfico (Na) extraídos por dez cultivares de milho de cinco níveis tecnológicos;
- Quantificar a alocação dos nutrientes nos diferentes compartimentos da planta (folha, colmo e grão);
- Observar a relação entre o potencial produtivo e a situação nutricional entre as cultivares com potencial genético distinto;
- Determinar a extração e exportação de macro e micronutrientes pela parte aérea das cultivares de milho;
- Comparar os dados obtidos nas duas safras avaliadas – safra agrícola de milho 2005/06 e safra agrícola 2006/07;
- Avaliar a imobilização e mineralização do fósforo através da relação C/P da matéria produzida por cultivares de milho em função do nível tecnológico.

## 2. Revisão bibliográfica:

### 2.1. Evolução da produção de milho no Brasil:

O Brasil destaca-se como o terceiro produtor mundial de milho, perdendo apenas em produção para os Estados Unidos e a China (FAO, 2007). Trata-se de uma cultura que apresenta grande importância social e econômica, mundialmente e principalmente no Brasil, caracterizando-se como uma cultura altamente diversificada, desde agricultura tipicamente de subsistência até lavouras de alto nível tecnológico (EMBRAPA, 2007).

Esta cultura foi cultivada na safra de 2007/2008 em torno de 3,6 milhões propriedades agrícolas distribuídas por todo o Brasil, ocupando a segunda posição com 12,9 milhões de hectares e uma produção nacional de 42,5 milhões toneladas. Porém, em termos de produtividade o Brasil não apresenta grandes destaques gerando uma produtividade média nacional de  $3.279 \text{ kg ha}^{-1}$  (CONAB, 2008).

Entretanto, o estado do Paraná obteve nesta mesma safra produtividades médias de  $5.218 \text{ kg ha}^{-1}$  (SEAB, 2008), e em algumas regiões do estado a produtividade foi acima de  $8.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , comprovando a capacidade nacional de aumentar os rendimentos produtivos de grãos de milho.

Embora os índices nacionais ainda sejam baixos, o Brasil apresentou ao longo dos anos um grande avanço em números produtivos, uma vez que a safra agrícola de 1977 apresentou produtividade média de  $1632 \text{ kg ha}^{-1}$  em uma área de produção que totalizou 11.797,30 ha e, atualmente, uma produtividade de  $3.279 \text{ kg ha}^{-1}$  em uma área 12.963,90 ha, ou seja, praticamente duplicou os índices nacionais produtivos (CONAB, 2008), em um aumento de área não tão expressivo.

Existem grandes expectativas de aumento desses índices, principalmente quanto a obter melhores produtividades, porém este fator depende do nível tecnológico adotado entre os produtores brasileiros. As tecnologias utilizadas para aumentar as produtividades da cultura do milho estão baseadas no adequado fornecimento de nutrientes à planta, ou seja, enfatizam a importância de melhorar as condições do solo para o desenvolvimento das plantas e a utilização de genótipos capazes de obterem maiores tetos produtivos (CANTÃO, 2007).

Apesar da cultura do milho apresentar elevado potencial produtivo, apresentando índices de até 22t ha<sup>-1</sup> de grãos nos Estados Unidos obtidas em áreas experimentais, as médias brasileiras são em torno de 3t ha<sup>-1</sup>. Um dos fatores ligados a estes baixos índices é a fertilidade do solo, responsável pelas baixas produtividades, além dos baixos índices de nutrientes no solo, adubações e calagens aplicados de maneira incorreta, uma vez que a cultura do milho utiliza grande quantidade de nutrientes (JAREMTCHUK *et al.*, 2006).

O grande avanço em produtividade na cultura do milho está intimamente ligado aos avanços do uso de híbridos modernos capazes de obterem uma melhor eficiência na conversão de nutrientes absorvidos, permitindo maior uso de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo das culturas e aumento da população de plantas.

## **2.2. Relação entre o potencial genotípico de plantas de milho e os processos metabólicos e assimilação de nutrientes**

A cultura do milho reúne uma ampla variedade genética provinda dos avanços nos processos de melhoramento genético da cultura, com o desenvolvimento de materiais adaptados às condições de clima e solo impostas pelas diferentes regiões de cultivo (MACHADO *et al.*, 1999).

Estes autores estudaram o comportamento de dezoito genótipos de milho em casa de vegetação e de dez a campo quanto à utilização dos nutrientes para a produção de grãos e observaram diferenças entre os genótipos quanto à eficiência do uso de fósforo, nitrogênio e potássio. Este comportamento diferenciado entre as cultivares sugere haver melhor eficiência na taxa de conversão dos nutrientes assimilados em produção de massa seca entre algumas cultivares.

O comportamento das cultivares de milho apresenta-se diferenciado quanto à extração e acúmulo de nutrientes além de alterar a remobilização destes nutrientes das diferentes partes da planta para os grãos. Vasconcelos *et al.* (1998) estudando o comportamento de diferentes cultivares de milho em relação ao acúmulo de matéria seca e a eficiência de conversão de nutrientes observaram que há dependência da cultivar em relação a extração de nutrientes, principalmente do nitrogênio. A taxa de

conversão de matéria seca em grãos sugere que a variabilidade genética dos materiais avaliados é responsável pelo melhor aproveitamento dos nutrientes extraídos.

Não somente o efeito genético contribui para as diferenças entre o acúmulo de nutrientes entre cultivares de milho, mas as frações da planta também influenciam nesta extração. Arnon (1975) apresentou um percentual específico de cada fração de plantas de milho durante a fase de enchimento de grãos. Descrevendo suas observações para o elemento nitrogênio, o percentual de contribuição dos colmos foi de 26% em média, nas folhas de 60% e nas brácteas de 12% do nitrogênio total mobilizado para os grãos, indicando o papel preponderante da fração folhas.

Com o objetivo de estudar o acúmulo de nutrientes nas frações folha, colmo e espiga no estágio de maturação fisiológica dos grãos de cinco cultivares de milho contrastantes quanto à origem do germoplasma, Duarte *et al.* (2003) apresentaram que os nutrientes nitrogênio, fósforo, enxofre e zinco obtiveram maiores acúmulos nas espigas em relação à parte inteira da planta. Em contrapartida, o nutriente cálcio obteve menor acúmulo em relação à espiga. Além disso, puderam verificar que houve diferenças quanto à extração de nutrientes entre as cultivares avaliadas comprovando que o potencial genético influencia na extração de nutrientes.

Portanto, espécies vegetais apresentam muitas diferenças quanto à capacidade de utilização de nutrientes e para o caso específico do fósforo, diversos trabalhos têm comprovado este fato (FERNANDES; MURAOKA, 2002). No caso da cultura do milho, a capacidade diferenciada quanto à absorção de fósforo muitas vezes pode estar relacionada com a variabilidade genética entre híbridos e variedades rústicas de potenciais produtivos distintos (HORN, 2006).

Também para o fósforo, Vasconcelos *et al.* (1998) verificaram que este elemento apresenta absorção contínua durante a fase de enchimento de grãos cuja mobilização para os grãos variou de 41 a 72 kg/ha entre as variedades avaliadas, comprovada pelo decréscimo dos teores de fósforo nas folhas, pendão e no colmo após a fase de florescimento das cultivares.

Com relação ao potássio, Jaremtchuk *et al.* (2006) estudaram a extração deste nutriente em três híbridos e duas variedades de milho colhido para silagem em duas alturas de corte e verificaram que houve diferença quanto à extração de

potássio entre as cultivares avaliadas. Normalmente, o potássio é um mineral de altas concentrações no tecido vegetal, mas neste estudo a maior altura de corte apresentou valores menores para todas cultivares avaliadas uma vez que o potássio apresenta-se livremente no tecido vegetal, portanto, sendo liberado rapidamente.

Com relação ao nitrogênio, Duarte *et al.* (2005) avaliaram a concentração de nitrogênio nos grãos e na extração de óleo em 10 genótipos de milho, e observaram diferenças na qualidade dos grãos entre os genótipos avaliados, tanto na concentração de nitrogênio nos grãos e no óleo quanto nos parâmetros físicos também avaliados como peso, densidade e suporte à rupturas. À estas diferenças soma-se a adaptabilidade dos genótipos às condições de cultivo, principalmente climáticas, cuja adaptabilidade dos genótipos influencia nas características de qualidade das sementes e na concentração de nutrientes, como o nitrogênio.

A obtenção de cultivares mais eficientes quanto à absorção de nutrientes dentre os programas de melhoramento genético está relacionada principalmente nas variações na morfologia radicular e nos parâmetros cinéticos tais como afinidade de carregadores pelos íons transportados e a concentração na solução do solo junto às raízes entre os genótipos de milho (ANGHINONI *et al.*, 1989). Estes autores pesquisaram os parâmetros cinéticos de absorção como  $V_{m\acute{a}x}$ ,  $K_m$  e  $C_{m\acute{i}n}$  para os nutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio em diferentes culturas e verificaram que estes valores variaram com o nutrientes, com as espécies e com os genótipos, além disso as maiores diferenças quanto ao genótipo nestes parâmetros foi observada entre as cultivares de trigo. A absorção de nutrientes apresenta, portanto, uma estreita relação com os atributos que influenciam na superfície radicular como o comprimento e o diâmetro de raízes.

### **2.3. Diagnose nutricional em plantas de milho com ênfase em recomendações de práticas agrícolas**

As necessidades nutricionais de plantas de milho podem definir a quantidade total de nutrientes extraídas durante todo o ciclo da cultura, fornecidos pelo solo seja das concentrações encontradas naturalmente ou mesmo disponibilizadas através de fertilizantes (COELHO; FRANÇA, 1995). Estes autores definiram, de um modo geral,

a ordem de extração dos nutrientes pelas culturas: N = K > Mg > Ca = P > S > Fe > Zn = Mn > B > Cu > Mo e, de exportação: N > K > P > S = Mg > Ca > Zn > Fe > Mn > B > Cu > Mo, além disso o incremento na produção pode influenciar no aumento da extração de alguns elementos, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

A variabilidade existente na composição de milho em fase de maturação é função das condições nutricionais do solo, gerando resultados diferentes quanto aos níveis nutricionais. Os fatores que interferem nestas diferenças estão relacionados aos teores de nutrientes do solo, à constituição genética da plantas e às variáveis abióticas que interferem na absorção destes nutrientes (ARNON, 1975).

Pauletti (2004) determinou a média da extração e a exportação de macro e micronutrientes em planta de milho na fase de maturação, com os resultados encontrados por diversos autores, conforme a tabela 1. Este estudo possibilita comparar dados futuros quanto à capacidade de exportação de nutrientes para os grãos. Assim, a capacidade de exportação de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio está na média de 78%, 88% e 28% respectivamente.

TABELA 1 – Média da extração e exportação de macro e micronutrientes em plantas de milho na fase de maturação.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	B	Mn	Mo
	----- kg t <sup>-1</sup> -----						----- g t <sup>-1</sup> -----					
<b>Extração</b>	20,3	4,3	16,9	3,1	3,0	-	233,3	12,2	44,4	18,9	37,8	1,0
<b>Exportação</b>	15,8	3,8	4,8	0,5	1,5	1,1	11,6	1,2	27,6	3,2	6,1	0,6

Fonte: Pauletti (2004).

Heckman *et al.* (2003) definiram a concentração máxima, média e mínima de macronutrientes e micronutrientes em dez diferentes híbridos de milho durante 23 anos, em grãos em fase de maturação. As concentrações dos nutrientes definidas neste estudo e nos estudos de Altmann e Pavinato (2001) e de Raji *et al.* (1997) para cada nutrientes estão descritas na tabela 2.

TABELA 2 – Concentração de nutrientes nos grãos de milho na fase de maturação.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	B	Mn
	kg t <sup>-1</sup>						g t <sup>-1</sup>				
<b>Altmann e Pavinato (2001)</b>	18,2	2,3	4,2	1,31	1,31	1,3	38,7	5,2	36,9	7,7	6,1
<b>RS/SC</b>	16,0	3,5	5,0								
<b>Raij(1997)</b>	17,0	4,0	5,0								
<b>Mínimo Heckman (2003)</b>	10,2	2,2	3,1	0,13	0,88	0,9	9,0	1,0	15,0	2,3	1,0
<b>Máximo Heckman (2003)</b>	15,0	5,4	6,2	0,45	2,18	1,4	89,5	5,8	34,5	10,0	9,8
<b>Média Heckman (2003)</b>	12,9	3,8	4,8	0,28	1,45	1,0	33,6	3,0	26,8	5,5	5,3

Fonte: Altmann e Pavinato (2001), Raij *et al.* (1997) e Heckman *et al.* (2003).

Estas concentrações de nutrientes são uma importante ferramenta para monitorar safras de milho e, quando utilizado em conjunto ao plano de aplicação de nutrientes, ampliará os níveis de precisão da fertilização do solo e de plantas. Além disso, em um plano de agricultura sustentável o balanço de entradas e saídas de nutrientes no sistema é importante para definir a economia da produção e os níveis de fertilidade do solo (HECKMAN *et al.*, 2003).

Além do acima exposto, os níveis de fertilidade do solo também influenciam na absorção de nutrientes. Essas alterações nas concentrações podem estar relacionada a interferência de um nutriente na absorção de outro elemento ou na disponibilidade excessiva do elemento no solo. Andreotti *et al.* (2000) avaliaram a absorção de nutrientes influenciada pela adubação potássica e verificaram que o aumento do teor de potássio no solo resultou na queda dos teores de Ca e Mg na matéria seca de uma cultivar de milho. Os teores de nitrogênio aumentaram nas folhas ocasionado pela competição entre os cátions pelo sítio de absorção e os teores de fósforo não sofreram influência da adubação potássica.

Outra contribuição da diagnose nutricional quanto às recomendações de práticas agrícolas está relacionada à distribuição espacial de plantas. Determinar a melhor população de plantas e a distribuição espacial destas, interagindo a concentração de nutrientes disponíveis no solo e com outros aspectos relacionados ao solo, como propriedades físicas, camadas de impedimento para o desenvolvimento de raízes, arquitetura de plantas, são informações pouco estudadas.

Vieira Jr *et al.* (2006) estudando os efeitos dos teores de P, K, Ca e Mg sobre o rendimento de grãos e uma proposta de variação de população de plantas

verificaram um rendimento de grãos crescente correspondendo ao teor de fósforo de  $38,7 \text{ mg dm}^{-3}$  de P à uma população de 58.163 plantas. Para os valores superiores de P no solo e o aumento da população de plantas proporcionou reduções no rendimento dos grãos. Quanto ao K, o nível no solo que atingiu máximo rendimento de grãos foi de  $3,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para a mesma população. Deparis, Lana e Frandoloso (2007) avaliaram o efeito do espaçamento entre linhas na eficiência de absorção de N, P e K e verificaram que a redução no espaçamento proporcionou melhor absorção dos nutrientes, atribuindo a melhor distribuição entre plantas e menor competição na linha, mesmo no caso do N e K que são elementos móveis.

#### **2.4. Influência climática no desenvolvimento de cultivares de milho**

O estudo das condições climáticas durante o desenvolvimento das culturas permite avaliar sua influência na produtividade das culturas comerciais. Além disso, estas informações são de extrema importância para minimizar os riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas e necessidade de água de uma cultura contribui para a previsão do ciclo da planta em função dos fatores ambientais.

Isso possibilita a escolha adequada de genótipos em função das condições climáticas favoráveis aliada à exigência climática das cultivares, procurando otimizar o desempenho fisiológico, minimizando custos e maximizando rendimento de grãos.

A deficiência hídrica causa efeitos sobre o desenvolvimento de cultivares de milho, causando redução da área foliar, redução da taxa fotossintética, além de afetar vários outros processos metabólicos, modificando anatomicamente, morfolologicamente e fisiologicamente a planta (MATZENAUER *et al.*, 1995).

Assim, a deficiência hídrica torna-se um fator limitante para obter índices de máxima produtividade uma vez que afeta todos os fatores condicionantes da produção (STRECK; ALBERTO, 2006).

A água é um dos elementos fundamentais no crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas, pois participa de praticamente todos os processos metabólicos. Inicialmente, a deficiência hídrica pode afetar a germinação das sementes, comprometendo o estabelecimento da cultura e o estande final.



Posteriormente, o estresse hídrico poderá retardar ou, até mesmo, paralisar o crescimento vegetativo, bem como atrasar o desenvolvimento reprodutivo das plantas (FANCELLI; NETO, 1996).

Feil *et al.* (2005) buscaram determinar as diferenças nas concentrações nos grãos dos nutrientes P, K, Mg, Ca, Zn e Cu em variedades de milho tropicais, sob diferentes condições de regime hídrico e fertilização de nitrogênio. A resposta das variedades com relação às condições de disponibilidade de água refletiu nas concentrações dos nutrientes avaliados. Algumas variedades apresentaram baixos níveis de fósforo sob as mesmas condições de cultivo quando comparadas com outras. Outro elemento avaliado foi o nitrogênio cuja concentração variou entre as variedades, sob a mesma aplicação de N e regime hídrico.

Outro fator climático que influencia no desenvolvimento das culturas agrícolas é a temperatura. Este fator, além do desenvolvimento, influencia na duração dos estágios fenológicos da cultura do milho e, conseqüentemente, no tempo da cultura no campo. É, portanto, um dos fatores climáticos de maior importância no crescimento e no desenvolvimento do milho afetando alguns processos metabólicos como respiração e transpiração, e o crescimento do sistema radicular afetando assim a assimilação de nutrientes e de água (BARBANO *et al.*, 2003).

## **2.5. Mineralização e imobilização do fósforo na cultura do milho**

As relações entre imobilização e mineralização do fósforo dados pela relação C/P são pouco discutidas nas pesquisas, enquanto que a mesma proporção para o nitrogênio é um assunto largamente discutido. Diante disto, esta revisão descreve as relações C/N podendo extrapolar os dados para o elemento fósforo.

A decomposição dos resíduos culturais disponibiliza nutrientes para o solo de acordo com a quantidade de fitomassa produzida e a proporção do carbono com os nutrientes (GIACOMINI, *et al.*, 2003). Assim sendo, a relação C/N é caracterizada para prever a disponibilidade de nitrogênio, e o equilíbrio de imobilização e mineralização durante a decomposição dos materiais orgânicos (JANSEN; KUCEY, 1988).

No processo de decomposição, a estabilização bioquímica ocorre devido à composição química complexa do material orgânico. Este complexo químico pode ser uma propriedade inerente ao material vegetal. Plantas com altos níveis de lignina ou altas quantidade de ácidos fenólicos (MARTENS, 2000) terão taxas de decomposição mais baixas, uma vez que suas cadeias carbônicas rompem-se com menor facilidade.

O fato das fontes de carbono e nitrogênio serem uma mistura heterogênea de materiais, variando desde resíduos culturais recentemente adicionados ao solo até substâncias húmicas, os materiais são classificados em diferentes graus de decomposição. O tempo médio de residência varia de centenas de anos, como no caso do húmus a menos de um mês, como a biomassa microbiana (JENKINSON; RAYNER, 1977).

Apesar dessa complexidade, avanços consideráveis têm sido alcançados no entendimento desses processos. Magill e Aber (2000) demonstraram que com a adição de diferentes fontes de C em solo orgânico e mineral, houve um aumento maior nas taxa líquidas de imobilização em relação às taxas líquidas de mineralização do nitrogênio, quando foram aplicados os compostos com C mais lábil (glucose).

Dessa forma, a quantidade de N no material orgânico determinará a velocidade da sua decomposição. Muitos estudos têm mostrado que resíduos de baixa relação C/N decompõem-se mais rápido que os de relação C/N alta (C/N > 30/1 ocorre o predomínio da imobilização do nitrogênio enquanto que uma C/N < 20/1 ocorre o predomínio da mineralização do nitrogênio). A baixa velocidade de decomposição dos resíduos de alta relação C/N tem sido atribuída à deficiência de N e à presença de constituintes recalcitrantes (SÁ *et al.*, 2007), como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina (ALEXANDER, 1977).

Reinertsen *et al.* (1984) estudaram o envolvimento do CO<sub>2</sub> da palha de trigo, variando a relação C/N mediante a adição de N por fertilizantes. A adição de N aumentou a liberação de CO<sub>2</sub> na presença de palha de trigo. Contudo, quando na presença da palhada de leguminosa, este aumento foi menor, principalmente no estágio inicial de decomposição. Já Neely *et al.* (1991) verificaram que, para os resíduos estudados, a relação C/N correlacionou-se positiva e significativamente com a respiração total.

Jiggou e Bakken (1997) observaram um potencial significativo de imobilização de N do solo com a aplicação de resíduos culturais de cevada (alta relação C:N), enquanto que a aplicação de resíduos de trevo (baixa relação C:N) promoveu mineralização de N no solo.

Do ponto de vista prático, tem-se observado que o potencial de mineralização e sua respectiva taxa podem ser utilizados na predição da disponibilidade de nitrogênio às plantas em determinado período de tempo. Além disso, Santos *et al.* (2007) observaram que o conjunto das práticas agrícolas como uso do solo e sistema de manejo adotado, a cultura adotada (grau de lignificação do tecido vegetal) são fatores influenciados pela relação C:N dos tecidos vegetais.

Uma das prática agrícolas recomendadas é o plantio sobre os resíduos culturais da cultura antecessora, neste caso, as relações C/N e C/P estão diretamente relacionadas com a disponibilidade destes nutrientes. Aita *et al.* (1994) avaliaram o desempenho da cultura do milho em sistema de cultivo mínimo sobre os resíduos culturas de espécies de inverno tais como tremoço-azul, chícharo, aveia-preta e ervilhacas como fonte de nitrogênio. Estes autores observaram que a quantidade de nitrogênio absorvidas em maior quantidade pelas leguminosas influenciou diretamente no incremento da quantidade de nitrogênio absorvida pela parte aérea do milho.

## **2.6. Importância da relação entre a qualidade nutritiva e a alimentação animal**

A planta de milho é uma cultura que apresenta elevado nível energético e nutricional, por isso, sua utilização para confecção de silagem permite reduzir o fornecimento de concentrados para os animais. Os diferentes híbridos de milho apresentam respostas variadas quanto aos parâmetros de produção e qualidade. Uma boa variedade para confecção de silagem apresenta boa produção de matéria seca, precocidade, resistência contra agentes externos e, principalmente, um bom valor alimentício.

Cecato *et al.* (2007) avaliaram a composição química de 14 híbridos de milho destinados à produção de silagem e verificaram diferenças estatisticamente comprovadas entre os híbridos quanto aos teores de proteína bruta, identificado pela quantidade de nitrogênio presente no tecido vegetal, embora estes foram

considerados ideais à digestibilidade de ruminantes. Além disso, em sua pesquisa identificam a importância da determinação do teor de nitrogênio entre as diferentes frações da planta, uma vez que o colmo é a fração mais utilizada para produção de silagem, porém a porcentagem de folhas na planta influencia no conteúdo total de proteína bruta da silagem.

Ferreira *et al.* (2005) também avaliaram o valor nutritivo de cinco genótipos de milho, avaliando plantas inteiras sem as espigas, determinando-se a qualidade da forrageira em relação a digestibilidade do material, e verificaram que o efeito do genótipo foi significativo para a maior parte das características químicas avaliadas, principalmente proteína bruta (determinado pelo teor de nitrogênio presente nos tecidos vegetais).

Outro fator importante na avaliação da qualidade das gramíneas forrageiras é o conteúdo de lignina na parede celular, que interfere na digestibilidade da silagem e maior rendimento aos animais. Ferreira *et al.* (2007) avaliaram o conteúdo de lignina em colmos de dez híbridos de milho, e observaram diferenças entre os híbridos avaliados. Estes resultados confirmam a importância da escolha do híbrido quanto ao grau de lignificação da parede celular, o que identifica a digestibilidade das forragens.

A escolha de híbridos errados acarreta em um baixo valor nutritivo e a baixa participação de grãos na massa ensilada. Há uma elevada extração e exportação dos nutrientes, uma vez que se removem os grãos da massa ensilada. Como consequência, as deficiências nutricionais e problemas de fertilidade do solo, principalmente para os elementos nitrogênio e potássio, são mais evidentes na produção de silagem quando comparada a produção de grãos.

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1. Localização e caracterização da área do experimento

O experimento foi instalado na área experimental da Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., no município de Rolândia, estado do Paraná, localizado a 23°16'S de latitude e 51°28'W de longitude e altitude de 645 metros ao nível do mar, conforme a figura 1.

A composição florística natural da região, denominada Mata Pluvial tropical, desenvolve-se na parte norte do terceiro planalto e de seus vales fluviais, sobre solos férteis de Nitossolos, provenientes da decomposição da camada de Trapp. De constituição diversa, caracteriza-se pela presença de uma riqueza de palmeiras e três espécies de apocináceas, meliáceas e lauráceas além de leguminosas, conforme Maack (1981).



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rol%C3%A2ndia>.

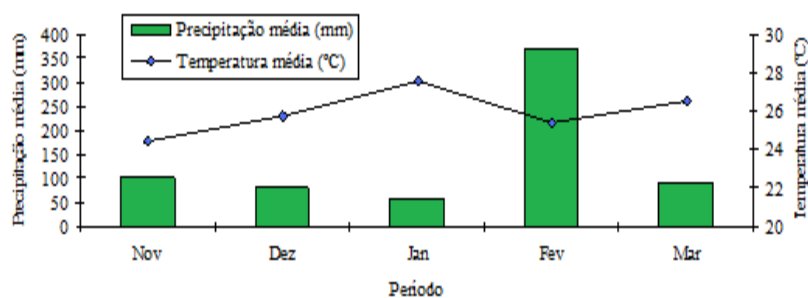
FIGURA 1 – Localização cartográfica do município de Rolândia, estado do Paraná, onde localiza-se a Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda.

O clima é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico, do tipo Cfa conforme a classificação de Köppen, com chuvas bem distribuídas e verões quentes e geadas menos freqüentes, apresentando médias térmicas entre 18°C e 22°C, sem estação seca definida. No decorrer do experimento, foram coletados diariamente dados pluviométricos e dados de temperatura, durante as duas safras agrícolas avaliadas de 2005/2006 e 2006/2007. A figura 2 apresenta os dados climáticos de temperatura máxima, temperatura mínima (°C) e pluviosidade (mm de chuva),

medidos diariamente nos períodos de 8 de novembro de 2005 à 31 de março, safra 2005/2006 (a) e de 27 de outubro de 2006 à 23 de março de 2007, safra 2006/2007

(b).

(a)



(b)

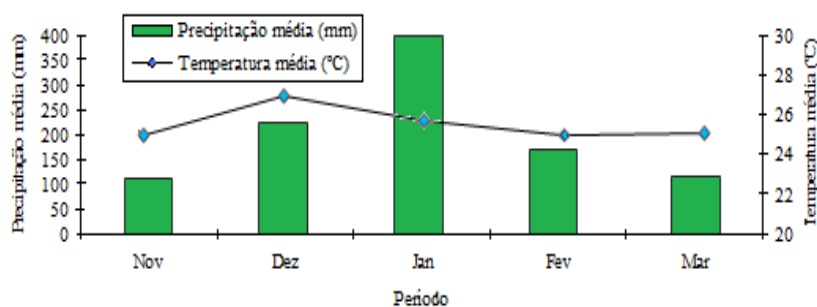


FIGURA 2- Distribuição mensal da precipitação pluviométrica relacionada com a temperatura média (• T<sub>méd</sub>) no período de avaliação das safras agrícolas de 2005/2006 (a) e 2006/2007 (b).

### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de cinco blocos casualizados com cinco repetições, comparando-se cinco níveis tecnológicos de milho utilizando para isso duas cultivares de cada nível.

Os níveis tecnológicos de melhoramento genético e as cultivares adotadas foram (i) híbridos simples AG9010 e DKB950; (ii) híbridos triplo DKB566 e AG5020; (iii) híbridos duplo AG2040 e DKB979, (iv) cultivares melhoradas BRS4157 e BR106 e (v) cultivares crioulas: Palotina e GIO45. Cada parcela mede 4,0 x 10,0 m, totalizando 40m<sup>2</sup>, constituída de 6 linhas de 10 metros cada, sendo 4 linhas de bordadura e 2 linhas centrais para coletas de plantas representativas para a avaliação do experimento, conforme apresenta o esquema da figura 3.

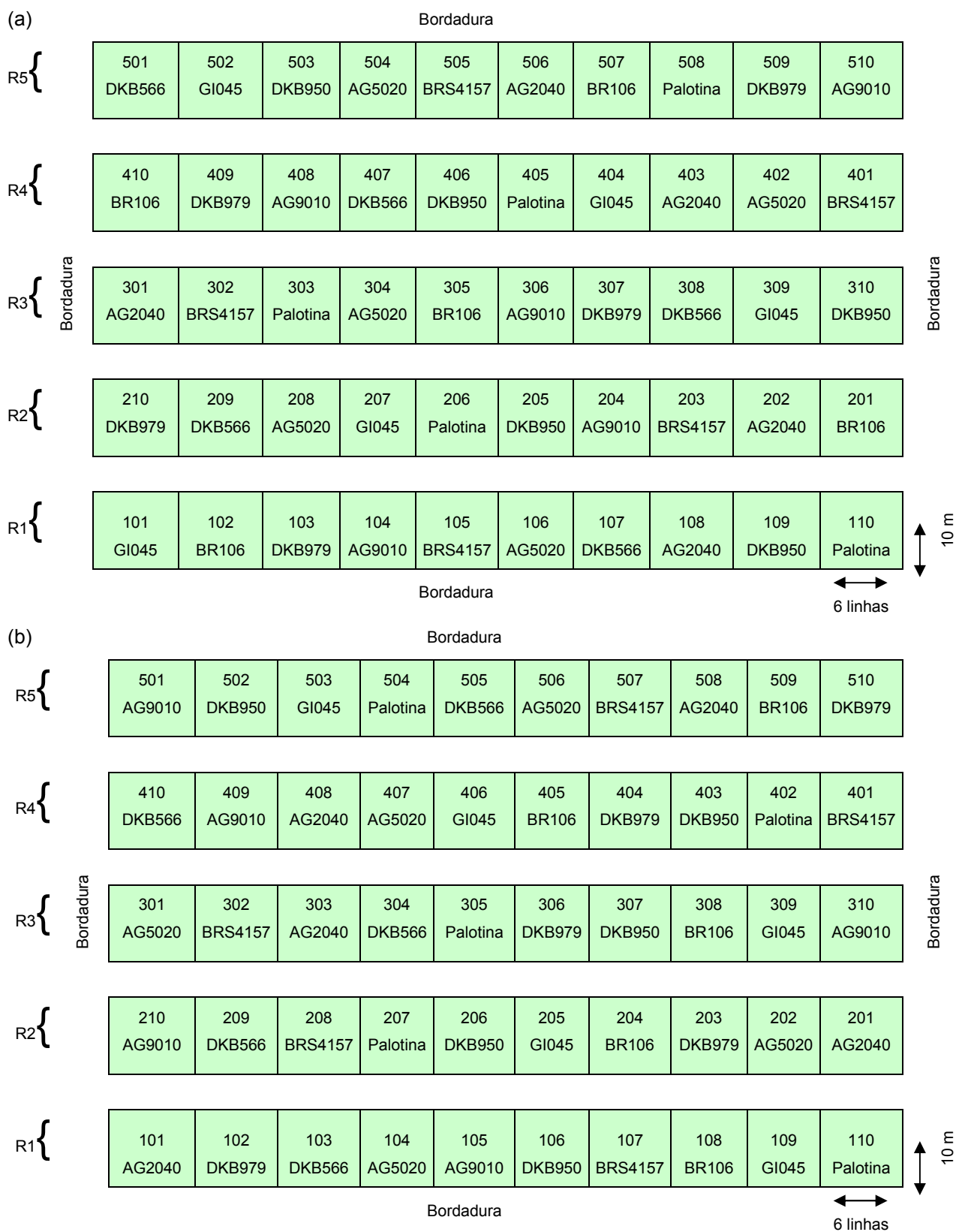


FIGURA 3 – Esquema do delineamento experimental constituído de cinco níveis tecnológicos de melhoramento genético utilizando duas cultivares de cada nível nas duas safras avaliadas 2005/2006 (a) e 2006/2007 (b).

De acordo com as informações fornecidas pelos fabricantes, as características das cultivares avaliadas são: AG9010 é um híbrido simples superprecoce de arquitetura moderna com folhas eretas permitindo maior resistência ao quebramento e plantio adensado com espaçamento reduzido; DKB950 é um híbrido simples superprecoce adaptado à regiões de baixas altitudes, altamente tolerante à doenças foliares; DKB566 é um híbrido triplo superprecoce de excelente potencial produtivo, silagem a planta inteira e alta digestibilidade dos grãos; AG5020 é um híbrido triplo precoce de alta sanidade; AG2040 é um híbrido duplo precoce de alta sanidade foliar, grande aptidão à diferentes ambientes, épocas de plantio e sistemas de manejo; DKB979 é um híbrido duplo precoce de alto potencial produtivo, tolerante à doenças e uma excelente opção no sistema agricultura-pecuária devido sua característica de dupla aptidão; BR106 variedade melhorada rústica de ampla aptidão agrícola, tolerante ao acamamento e proporciona a reprodução da própria semente e BRS4157 é uma variedade melhorada de alto potencial produtivo, eficiente no uso de nitrogênio e excelente adaptação a solos de baixas fertilidade natural. Quanto as variedades regionais optou por escolher cultivares utilizadas entre os produtores da região e não há pesquisas que definam suas características.

### **3.3. Manejo do solo, adubações realizadas e tratos culturais**

O experimento foi realizado em duas safras agrícolas 2205/2006 e 2006/2007 em sistema plantio direto em ambas as safras. As unidades experimentais foram diferentes seguindo recomendações técnicas e disponibilidade de área pela empresa.

Na primeira safra avaliada, no ano agrícola de 2005/2006, os cultivares de milho foram implantados em 08 de novembro 2005 e conduzidos sobre os resíduos culturais do milho dessecada antecipadamente em 03 de novembro 2005 com 1,5L ha<sup>-1</sup> de glifosato, em espaçamento de 0,80m entre linhas, utilizando adubação no sulco de semeadura com uso de 28, 70 e 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e tratamento de sementes com Imidacloprid na proporção de 0,4L para cada 100 kg de sementes. Realizou-se uma adubação de cobertura em 02 de dezembro de 2005 com 135 kg



ha<sup>-1</sup> de N em toda área do experimento, totalizando 163 kg ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Ao longo do experimento, foram aplicadas herbicidas para controle das plantas daninhas com Atrazina na dose de 6,0 L ha<sup>-1</sup>.

A segunda safra agrícola avaliada foi implantada em 27 de outubro de 2006, sob os restos culturais da cultura milho, com sementes tratadas com inseticida Imidacloprid 0,4 L para cada 100 kg de sementes, em espaçamento de 0,8m entre linhas e adubação no sulco de semeadura igual á safra anterior. A adubação de cobertura foi realizada com 112 kg ha<sup>-1</sup> de N em toda área do experimento, totalizando 141 kg ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Os tratos culturais para controle das plantas daninhas e de pragas agrícolas foi realizado ao longo do desenvolvimento da cultura com inseticida Lufenurom na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> e herbicida Atrazina 4,0 L ha<sup>-1</sup> em 15 de novembro de 2006 e inseticidas Methomil na dose de 0,6 L ha<sup>-1</sup> e Espinosade 0,1 ha<sup>-1</sup> em 20 de novembro de 2006.

### **3.4. Amostragem e análises do experimento**

#### **3.4.1. Amostragem do solo**

Antes do plantio foram coletadas amostras de solo até a profundidade de 10 cm para análises químicas. As amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e passadas em peneira de malha 2 mm para posterior análises de pH, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (extraído com KCl 1mol L<sup>-1</sup>), K<sup>+</sup> e P extraível por Mehlich I, e Al<sup>3+</sup> (extraído com KCl 1mol L<sup>-1</sup>), Mn, Fe, Cu e Zn (extraídos por Mehlich I), B (extraídos pelo método de água quente) e Na (extraído por Acetato da Cálcio) conforme as exigências da empresa, de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), conforme apresenta a tabela 3.

TABELA 3 – Caracterização química de amostras de solo (0 – 10 cm) nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007. Estação Experimental da Monsanto Ltda., Rolândia, Estado do Paraná.

Amostra	pH	pH	pH	MO	P	Ca	Mg	K	Na	Al	H+Al	CTCef	CTC	V	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	(CaCl <sub>2</sub> )	SMP	Água	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	-----	-----	(cmolc dm <sup>-3</sup> )	-----	-----	%	-----	-----	-----	-----	-----
Safra 2005/2006	6,0	6,6	6,5	28,4	24,5	10,6	3,4	1,0	0,0	0,0	3,2	14,9	18,1	82,0	268,0	85,6	33,3	13,0	0,2
Safra 2006/2007	5,9	6,6	6,5	29,1	40,3	6,5	2,6	0,8	0,0	0,0	3,1	9,9	13,0	76,0	308,0	66,9	23,7	11,9	0,2

### 3.4.2. Amostragem de plantas

A colheita das cultivares foi realizada, nas duas safras, padronizando aos 150 dias após o plantio, embora as cultivares apresentem diferentes ciclos fisiológicos e foram realizadas as seguintes avaliações: estande de colheita, produtividade, altura da inserção da espiga, altura de planta e massa seca das folhas, dos colmos, dos sabugos, das brácteas, dos pendões e dos grãos.

A amostragem nas cultivares foi realizada nas duas linhas centrais da parcela, coletando-se 15 plantas competitivas. Em uma das linhas centrais a coleta foi dedicada à determinação do potencial produtivo de cada cultivar e a outra linha dedicada à avaliação da massa seca das frações das cultivares e dos tecidos para determinação dos nutrientes.

As plantas foram coletadas com o objetivo de quantificar a concentração de carbono e a extração de nutrientes (macronutrientes e micronutrientes) pelas cultivares de milho. As plantas foram coletadas rente ao solo e fracionadas manualmente em: folhas, grãos, colmo, brácteas, sabugo e palha para quantificar a massa total das cultivares. Foram quantificados os teores de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e de micronutrientes Fe, Mn, Na, Zn, B e Cu dos tecidos apenas das frações das cultivares de milho: colmo, folhas e grãos.

A avaliação do estande de colheita foi realizada avaliando-se a população pela contagem de plantas em uma das linhas centrais de 10 metros de área útil das parcelas no final do desenvolvimento das cultivares.

Foram realizadas as medições a partir do colo da planta à altura da inserção da espiga e o ápice da planta medindo-se até inserção da folha bandeira.

A coleta das plantas foi realizada separando-se as frações, armazenando em sacos de papel devidamente identificados e acondicionados em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60°C, até atingir massa constante e determinar-se o peso seco de cada fração. Após a secagem, o material foi moído no moinho mecânico utilizando a peneira de malha de 1mm e armazenado devidamente identificado para posteriores análises químicas.

### 3.4.3. Análises dos tecidos

Os tecidos foram digeridos por combustão via seca em cadinhos de porcelana. Primeiramente, pesou-se aproximadamente 1g de material seco e moído nos cadinhos de porcelana e levados ao forno mufla ainda frio, sendo a temperatura elevada gradativamente até atingir 500°C e permaneceram durante 3 horas de queima. Após o resfriamento, adicionou-se 3 gotas de ácido clorídrico (HCl) 3 mol L<sup>-1</sup> a cada amostra, para auxiliar na decomposição. As amostras retornaram à mufla por mais 3 horas para assegurar a completa digestão do material vegetal. Após o resfriamento, adicionou-se 10 ml de HCl 3 mol L<sup>-1</sup> aquecendo-se em placa aquecedora à 80°C durante 15 min evitando-se à fervura do material. Em seguida, filtrou-se a solução com papel filtro (JP 42 Quanty 15 cm – Cinza 0,07), em balões volumétricos de 100ml, completando-se o volume com água deionizada.

Os teores totais de carbono (C) e nitrogênio (N) nas frações folha, colmo e grãos foram determinados no analisador CN2000 do laboratório USDA-Agricultural Research Service, National Soil Dynamics Laboratory - Global Change Research, Auburn, Alabama, para as duas safras.

Na primeira safra avaliada, o conteúdo de nutrientes totais, tanto de macronutrientes (P, K, Ca e Mg) quanto de micronutrientes (Zn, B, Cu, Mn, Fe e Na) foram determinados com plasma, segundo a metodologia adotada no laboratório da Auburn University (HUE; EVANS, 1986).

Enquanto que na segunda safra avaliada, o conteúdo de P foi determinado por colorimetria com Vanadato-molibdato de Amônio (cor amarela) e leitura por Espectrofotômetro UV/VIS, o conteúdo de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o conteúdo de K e Na foi determinado por fotometria de emissão, segundo a metodologia de Martins & Reissman (2007), adotada pelo laboratório de Biogeoquímica e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Paraná.

### 3.5. Avaliações realizadas no experimento

Correlacionar o potencial produtivo e a situação nutricional objetiva identificar se os ganhos produtivos são consequência do melhoramento genético adotado entre as cultivares de milho estudadas ou efeito da melhoria na extração e exportação dos nutrientes nas plantas. A avaliação destes dados foi efetuada através da identificação da situação nutricional das cultivares avaliadas com o índice nutricional da planta identificado por outros autores no mesmo estágio fenológico, observando-se que o grau tecnológico influencia na produtividade. Portanto, a melhor situação nutricional foi identificada com os índices que mais assemelham-se a esta planta padrão.

Outra avaliação realizada, objetiva relacionar se a capacidade de extração e de exportação foi influenciada pelo ganho tecnológico adotado entre os híbridos e variedades melhoradas. Conforme a metodologia adotada, o teor de nutrientes foi quantificado nas diferentes frações da planta de milho. Desta forma, o teor de nutrientes quantificado nas plantas de milho correspondente ao colmo, folhas, pendão, sabugo, palha e grãos indicam a quantidade de nutrientes extraídos pelas plantas em função da massa de cada fração avaliada. Determinou-se a exportação quantificando o teor de nutrientes nos grãos das plantas em função da massa dos grãos.

Como foram avaliadas duas safras distintas, o comparativo entre safras refletiu as condições de desenvolvimento impostas pelo clima da safra nos componentes de produção das cultivares de milho. Avaliou-se dados como número de dias para o florescimento, número de dias para maturação fisiológica (colheita), altura de planta, altura da espiga, espiga por planta, diâmetro do colmo e índice de área foliar (IAF) e comparados entre as duas safras avaliadas.

E, por fim, determinou-se a relação C/P dos materiais estudados visando relacionar a capacidade de acúmulo de carbono e a extração de fósforo entre as cultivares, determinando se o ganho tecnológico contribui para melhoria da qualidade do resíduo cultural produzido pelas plantas de milho. Esta relação foi obtida através dos valores da quantidade destes nutrientes extraídos pelas cultivares.

### **3.6. Análise de Variância:**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e médias serão comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) para o estande de colheita, rendimento dos grãos, altura da inserção da espiga e altura de plantas. Os demais resultados foram analisados pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), para caracterizar as diferenças entre os tratamentos. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SASM Agri versão 3.2.4 da Universidade Estadual de Ponta Grossa (ALTHAUS; CANTERI; GIGLIOTI , 2001).

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Comparação de arquitetura de planta e produtividade entre os genótipos avaliados

O estande de colheita, produtividade, altura da inserção da espiga e altura de plantas apresentaram diferenças estatisticamente significativas na média entre os genótipos de milho avaliados, conforme é apresentado na tabela 4.

TABELA 4 – Estande de colheita, produtividade, altura da inserção da espiga e altura de plantas de cultivares de milho, na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		Estande de colheita		Produtividade		Inserção da espiga		Altura de plantas	
		---plantas ha <sup>-1</sup> ---		---kg ha <sup>-1</sup> ---		-----cm-----			
Híbrido	AG9010	52250	ab	2285	ab	104	f	212	c
Simplex	DKB950	52000	ab	2396	ab	105	ef	221	bc
Híbrido	DKB566	52750	a	3204	a	128	d	250	ab
Triplos	AG5020	54500	a	2807	ab	127	de	254	a
Híbridos	AG2040	46250	bc	2205	ab	135	cd	261	a
Duplos	DKB979	45750	c	3018	a	129	cd	252	ab
Variedades	BRS4157	50500	abc	2008	abc	147	bcd	258	a
Melhoradas	BR106	49000	abc	1668	bc	151	abc	264	a
Variedades	GI045	50500	abc	702	cd	170	a	270	a
Regionais	Palotina	49000	abc	221	d	162	ab	270	a
Coeficiente de variação		5,73		30,14		7,94		5,86	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Estande de colheita		Produtividade		Inserção da espiga		Altura de plantas	
		---plantas ha <sup>-1</sup> ---		---kg ha <sup>-1</sup> ---		-----cm-----			
Híbrido	AG9010	59250	ab	9237	ab	108	d	203	e
Simplex	DKB950	56250	ab	8875	ab	100	d	210	de
Híbrido	DKB566	60500	a	8473	bc	125	cd	241	bcde
Triplos	AG5020	60250	a	10208	a	124	cd	250	abcd
Híbridos	AG2040	56750	ab	9452	ab	132	bcd	252	abcd
Duplos	DKB979	56750	ab	9354	ab	131	bcd	237	cde
Variedades	BRS4157	54500	ab	5671	d	137	bcd	245	abcde
Melhoradas	BR106	54500	ab	7173	c	156	abc	265	abc
Variedades	GI045	53750	ab	4855	d	176	a	282	ab
Regionais	Palotina	51000	b	4583	d	164	ab	286	a
Coeficiente de variação		7,03		8,60		12,93		8,50	

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Conforme se visualizou neste experimento, necessitando de manejo criterioso para demonstrar toda sua capacidade produtiva, a genética de plantas é um fator determinante nas condições de adaptabilidade em relação às características de fornecimento de nutrientes e condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura. Apesar da cultura do milho apresentar acentuado grau tecnológico genético o que proporciona grande potencial produtivo, pode apresentar elevada sensibilidade quanto aos estresses de natureza abiótica.

Os resultados das análises de variância do estande de colheita, produtividade, altura da inserção da espiga e altura de plantas de cultivares, na safra 2005/2006 e na safra 2006/2007 estão apresentados no anexo A e B.

Seguindo a ordem dos dados apresentados na tabela 4, com relação ao estande de colheita, apenas os híbridos duplos AG2040 e DKB979 apresentaram menor número de plantas por hectare para a safra 2005/2006 e a variedade regional Palotina para a safra 2006/2007. Os valores variaram entre 45.750 plantas  $\text{ha}^{-1}$  para o híbrido duplo DKB979 na safra 2005/2006 e 60.500 plantas  $\text{ha}^{-1}$  para o híbrido triplo DKB566. Estes valores indicaram uma baixa capacidade no estabelecimento das plantas, principalmente no primeiro ano de cultivo onde os índices foram baixos em relação a populações ideais de 65000 à 70000 recomendadas, de acordo com as informações dos fabricantes que desenvolveram estas cultivares.

A produtividade média entre os genótipos de milho avaliados variou entre a menor produtividade encontrada de 221  $\text{kg ha}^{-1}$  na variedade regional Palotina a 3204  $\text{kg ha}^{-1}$  no híbrido triplo DKB566, na safra 2005/2006, cujas influências climáticas foram extremamente determinantes para o baixo potencial produtivo. Já na safra 2006/2007, o maior e o menor índice produtivo foram 4583 e 10208  $\text{kg ha}^{-1}$  referente novamente a variedade regional Palotina e ao híbrido triplo AG5020. Esta constatação evidencia que o potencial produtivo está estreitamente relacionado com a carga genética da cultura, evidente quanto à produtividade obtida pelos milhos de melhor carga genética e também, quanto às condições abióticas durante o desenvolvimento da planta, influenciando uma grande diferença quando comparados as duas safras avaliadas.



De acordo com Argenta, Silva e Sangoi (2001) dentre vários fatores que influenciam no arranjo de plantas em milho destaca-se as modificações de ordem genética, em que a distribuição que atende a arquitetura das plantas proporciona melhor utilização de água, luz e nutrientes, acarretará no aumento da produtividade dessas cultivares.

Estes dados concordam com os de Martin *et al.*, (2005 b) que avaliaram quatro bases genéticas de milho (híbrido simples, duplo, triplo e variedade cultivada) e observaram a heterogeneidade entre os níveis genéticos principalmente no rendimento de grãos. Esta variação segue a tendência crescente no rendimento de grãos no sentido variedade cultivada, híbrido duplo, híbrido triplo e híbrido simples. Assim como no trabalho de Martin *et al.* (2005 b), esta tendência de ordem crescente não foi observada, em razão dos genótipos avaliados não serem representativos típicos da base genética. Neste estudo esta tendência não foi observada principalmente, pela sensibilidade ambiental entre os genótipos avaliados, evidenciada no estudo das duas safras bem distintas.

Analisando os dados climáticos, representados na figura 2, apresentado no capítulo Material e Métodos no item 3.1, é possível verificar que as temperaturas médias observadas durante o desenvolvimento, tanto para a safra agrícola de 2005/2006 quanto para a safra 2006/2007 apresentam valores médios entre 25°C e 28°C. De acordo com Pereira, Sentelhas e Angelocci (2002) temperaturas entre 15,5°C e 26°C são ideais para o desenvolvimento da cultura do milho nas fases de florescimento e maturação dos grãos. Temperaturas acima de 26°C podem acelerar o processo reduzindo o rendimento dos grãos, a composição protéica, o processo de transformação do nitrogênio na planta, a taxa respiratória reduzem o ciclo da planta. Entretanto, um dos fatores que mais influencia os baixos índices produtivos no norte do Paraná é a baixa variação de temperatura da noite para o dia, cuja cultura do milho exige para atingir seu máximo potencial produtivo maiores índices de variação de temperatura ao longo do dia.

Com relação à precipitação pluviométrica observou-se que houve uma diferença acentuada entre as duas safras agrícolas avaliadas, principalmente nos meses de dezembro e janeiro, onde a safra de 2005/2006 apresentou uma precipitação média nestes meses de 80 mm e na safra seguinte de 320 mm.

Durante todo o desenvolvimento da cultura do milho, para expressar seu máximo potencial produtivo, exige um mínimo de 400 a 600mm de precipitação pluvial, principalmente nas fases iniciais do desenvolvimento onde ocorre o estabelecimento da cultura no campo (FANCELLI, 2008). Sendo assim, o primeiro ano caracterizou-se por uma seca severa durante as primeiras fases do desenvolvimento das cultivares e o segundo por uma abundância de água, o que justifica a grande variação de produtividade entre os dois anos avaliados.

O rendimento dos grãos está intimamente associado ao regime hídrico. Cantão (2007) avaliando genótipos de milho contrastantes quanto à tolerância a seca observou que as linhagens mais tolerantes apresentaram maior superfície total, comprimento e volume do sistema radicular o que proporciona melhor capacidade de absorção de nutrientes e, conseqüentemente, maior rendimento dos grãos. Da mesma forma, Lozada e Angelocci (1999) concluíram que a deficiência hídrica apresenta uma correlação linear em relação à queda da produtividade em híbridos de milho.

A variação no rendimento dos grãos também está associada aos locais de produção da cultura. Martin *et al.* (2005) (a) avaliaram o rendimento dos grãos em campos de produção do México, Estados Unidos e Argentina, respeitando as práticas culturais de cada região porém, propiciando condições ótimas de desenvolvimento para expressão do máximo potencial genético do milho. Sob estas condições, estes autores verificaram uma grande diferença entre as médias de produção de grãos, na qual muitos fatores podem estar associados a estas diferenças, incluindo os fatores ambientais na qual a cultura está inserida.

A maior sensibilidade é observada entre as variedades regionais seguido dos híbridos simples. Entretanto, os maiores declínios de produtividade são observados entre os híbridos simples cujas porcentagens de redução foram superiores às das variedades melhoradas, com exceção do híbrido triplo DKB566.

De uma maneira geral, a altura de plantas e a altura da inserção da espiga foram superiores nos genótipos com menor nível tecnológico, destacando os maiores valores nas variedades regionais Palotina e GI045 em ambas as avaliações, embora não tenham ocorrido diferenças estatísticas entre todas as cultivares. Estes resultados observados demonstram que os

processos de seleção genética buscam reduzir os gastos energéticos em produção de massa, ampliando o aproveitamento dos nutrientes e melhor conversão para os grãos. Os valores observados na altura das variedades regionais e variedades melhoradas concordam com os observados por Araújo e Nass (2002), que avaliaram o potencial genético de populações regionais, cuja médias para altura de plantas foi de 260 cm e para a altura da inserção da espiga foi de 161 cm, próximos aos valores encontrados neste experimento.

#### **4.2. Comparação da porcentagem de massa produzida nas frações entre os genótipos avaliados**

Os resultados apresentados na tabela 5 referentes à quantidade de massa seca produzida entre as cultivares avaliadas, evidenciam a redução dos gastos energéticos em produção de massa na seleção genética.

Conforme observado, a massa seca total da parte aérea foi maior nas variedades regionais Palotina e GI045 e na variedade melhorada BR106, na primeira safra avaliada. Em contrapartida, a massa observada nas cultivares com maior nível tecnológico genético foi maior nos grãos, conforme já descrito no rendimento dos grãos. Na segunda safra avaliada, a quantidade de massa produzida nos grãos observa-se os maiores valores entre os híbridos com exceção do híbrido triplo DKB566. Enquanto que, a massa seca na parte aérea os híbridos simples AG9010 e DKB950 e a variedade melhorada BRS4157 apresentaram menor produção de massa seca.

Em geral, os resultados apresentados na tabela 5 que representam os valores percentuais em relação produção total de matéria seca (folhas, colmo, brácteas, pendão, sabugo e grãos) indicam que a distribuição percentual média seguiu a seguinte ordem: grãos (41 %) > colmos (25 %) > folhas (17 %) > brácteas (9 %) = sabugos (8 %) > pendão (0,5%), sob condições normais de chuva. Mas, cultivares regionais destoam da média tendo mais colmo que grãos e mais brácteas do que sabugo. Para o ano seco a distribuição percentual média seguiu a seguinte ordem: colmos (40 %) > folhas (27 %) > grãos (15 %) > brácteas (11 %) = sabugos (6 %) > pendão ( 0,8%). Ainda, observa-se que o melhoramento proporcionou diminuição na produção de

folha, colmo, brácteas e pendões. O mesmo não foi observado no sabugo que manteve constante com melhoramento, dado a necessidade de manutenção dos grãos. Os dados que melhor representam o melhoramento no milho são % de matéria seca na parte do resíduo ou grãos. Observa-se que os híbridos simples chegou ao nível de 50 % de capacidade de alocação de matéria seca no grãos, mantendo pouco alterada a capacidade de produzir matéria seca, mas mudanças significativa ocorreram em transferir para os grãos.

TABELA 5 – Porcentagem de massa seca das frações folha, colmo, sabugo, brácteas, pendão, somatório total destas frações e dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., no município de Rolândia- PR).

(a)

Tratamentos		Porcentagem de Massa Seca										Total		Grãos	
		Folha		Colmo		Sabugo		Brácteas		Pendão					
		%													
Híbrido	AG9010	24	d	38	bcd	8	a	10	bc	0,6	a	80	cd	20	ab
Simples	DKB950	24	cd	35	de	8	a	9	cd	1	a	77	d	23	a
Híbrido	DKB566	26	bcd	39	bcd	5	b	7	d	0,6	a	78	d	22	a
Triplos	AG5020	28	ab	38	bcd	5	b	10	bc	1	a	82	cd	18	abc
Híbridos	AG2040	29	a	36	cde	7	a	11	b	1	a	85	bc	16	bcd
Duplos	DKB979	28	ab	32	e	7	a	9	cd	1	a	78	d	22	a
Variedades	BRS4157	27	bcd	41	b	7	a	11	b	1	a	86	bc	14	cd
Melhoradas	BR106	27	abc	39	bc	7	a	15	a	1	a	89	b	11	d
Variedades	GI045	29	ab	50	a	4	b	11	b	1	a	95	a	5	e
Regionais	Palotina	30	a	52	a	2	c	15	a	1	a	99	a	1	e
Coeficiente de variação		7,73		7,00		17,67		12,02		33,99		5,26		29,21	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamentos		Porcentagem de Massa Seca										Total		Grãos	
		Folha		Colmo		Sabugo		Brácteas		Pendão					
		%													
Híbrido	AG9010	14	d	19	de	7	de	7	c	0,4	c	48	f	52	a
Simples	DKB950	14	cd	18	e	9	ab	8	c	0,4	c	50	f	50	a
Híbrido	DKB566	17	b	22	cd	7	de	8	c	0,4	c	54	e	46	b
Triplos	AG5020	17	b	24	bc	5	f	9	bc	0,4	c	55	de	45	bc
Híbridos	AG2040	17	b	24	bc	8	bc	9	bc	0,4	c	58	d	42	c
Duplos	DKB979	16	bc	22	cd	8	bcd	8	c	0,6	b	55	de	45	bc
Variedades	BRS4157	17	b	27	b	10	a	9	bc	0,8	a	64	c	36	d
Melhoradas	BR106	16	bc	25	bc	7	cde	12	a	0,6	b	61	c	39	d
Variedades	GI045	18	b	33	a	7	e	10	b	0,6	b	68	b	32	e
Regionais	Palotina	19	a	34	a	7	e	12	a	0,6	b	72	a	28	f
Coeficiente de variação		8,33		10,82		10,09		13,25		18,59		4		5,66	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Os resultados das análises de variância da porcentagem de massa seca das frações folha, colmo, sabugo, brácteas, pendão e grãos, na safra 2005/2006 e na safra 2006/2007 estão apresentados no anexo B,C e D.

A figura 4 apresenta a relação entre a produção de massa seca total da parte aérea (folhas, colmos, sabugos, brácteas e pendões) e a massa seca dos grãos nas duas safras avaliadas. O incremento genético visa ampliar o rendimento dos grãos, de maneira direta ou quando melhora as condições de desenvolvimento da planta como resistência a doenças. Essas condições são melhores visualizadas principalmente quando as condições ambientais são favoráveis a expressão do máximo potencial dos híbridos. Esta afirmação concorda com os dados de Duarte *et al.* (2003) cuja melhor resposta quanto à produção de matéria seca de plantas inteiras foi observada nas cultivares mais adaptadas as condições ambientais e, além disso, as cultivares de clima tropical apresentaram maior acúmulo de nutrientes em estágio de maturação de grãos, para a maioria dos nutrientes avaliados.

Dessa maneira, as cultivares com menor nível tecnológico gastam maior energia em produção de folhas, colmos e brácteas enquanto que as cultivares geneticamente selecionadas concentram sua energia em produção de grãos.

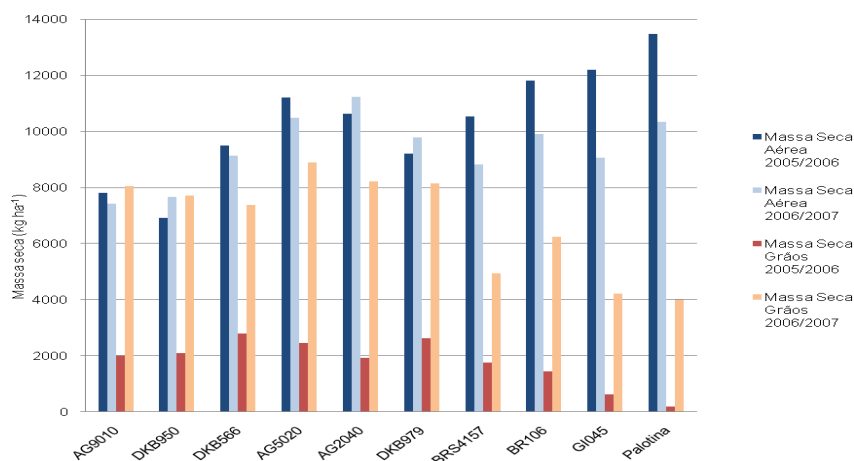


FIGURA 4 – Comparação de safras quanto ao acúmulo de matéria seca na parte aérea e de grãos em fase de maturação de grãos.

#### 4.3. Diagnose nutricional de nutrientes entre genótipos de milho

O teste de média de Duncan a 5% de probabilidade demonstrou diferenças na média entre os genótipos avaliados com exceção do fósforo (tabela 6a) e sódio (tabela 7a) na fração grãos; cobre, ferro, zinco e sódio (tabela 10 a) na fração folhas; e cobre, zinco e sódio (tabela 11a) na fração colmo, na primeira safra avaliada de 2005/2006 e todos os micronutrientes avaliados (tabela 7b) na fração grãos, zinco e sódio (tabela 10b) na fração folhas e cobre, manganês, zinco e sódio (tabela 11b) na fração colmos na segunda safra avaliada de 2006/2007.

A interação entre os níveis tecnológicos dos genótipos avaliados e a concentração de nutrientes nas plantas de milho em estado de maturação de grãos não foi detectada em nenhuma das frações da planta avaliadas, uma vez que para muitos nutrientes que observou-se diferenças estatísticas, dentro do mesmo nível tecnológico apresentou dados contrastantes. Portanto, o incremento genético está ligado à eficiência de conversão dos nutrientes em produção de grãos independentemente da concentração nos tecidos vegetais, uma vez que a exportação dos nutrientes para os grãos foi maior nas cultivares de nível tecnológico mais elevado.

Tal fato está associado à faixa de concentração de nutrientes nos tecidos da cultura do milho é influenciada pelo DNA da espécie e das condições do ambiente muito mais que das características genéticas entre cultivares. Uma vez que as condições do experimento foram conduzidas de maneira similar entre os tratamentos avaliados, a faixa de concentração, bem como a redistribuição para os tecidos das frações avaliadas manteve-se semelhante entre os híbridos e as variedades melhoradas e rústicas.

Estas afirmações concordam com pesquisas de vários autores. Horn *et al.* (2006) avaliando parâmetros cinéticos de absorção de macronutrientes comparando-se bases genéticas contrastantes verificaram que a absorção dos nutrientes está relacionada com a disponibilidade para as plantas podendo inferir que as diferenças quanto ao rendimento dos grãos entre cultivares de milho de bases genéticas contrastantes. Furtini *et al.* (2006) avaliando diferentes linhagens de feijão observaram que não houve interação entre as linhagens avaliadas e níveis de nitrogênio nas plantas. Majerowicz *et al.* (2002) não verificaram interação genética entre variedades locais e variedades melhoradas para características fisiológicas relacionadas com o nitrogênio.

Os resultados das análises de variância do teor de carbono e macronutrientes nas frações grãos, colmo e folhas encontram-se nos anexos E, F, G, H, e I e do teor de micronutrientes nas mesmas frações encontram-se nos anexos J, L, M, N, O e P.

#### 4.3.1. Avaliação da concentração de nutrientes na fração grãos

As concentrações de macronutrientes avaliadas na fração grãos de cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas em 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressas na tabela 6a e 6b.

TABELA 6 – Teor de macronutrientes nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		g kg <sup>-1</sup>									
		N		P		K		Ca		Mg	
Híbrido	AG9010	16,96	e	3,03	a	3,73	a	0,3	b	1,37	cd
Simplex	DKB950	16,75	e	2,94	a	3,98	a	0,32	b	1,32	d
Híbrido	DKB566	17,51	de	2,84	a	3,61	a	0,31	b	1,59	abc
Triplos	AG5020	19,72	bc	3,02	a	3,37	b	0,38	b	1,45	bcd
Híbridos	AG2040	20,56	ab	3,39	a	3,73	a	0,49	ab	1,71	a
Duplos	DKB979	19,6	bc	2,88	a	3,5	a	0,66	a	1,39	cd
Variedades	BRS4157	19,85	bc	3,42	a	3,88	ab	0,46	ab	1,64	ab
Melhoradas	BR106	20,3	ab	3,45	a	3,89	ab	0,39	b	1,56	abcd
Variedades	GI045	18,62	cd	3,27	a	3,77	ab	0,29	b	1,55	abcd
Regionais	Palotina	21,31	a	3,05	a	3,94	ab	0,36	b	1,32	d
Coeficiente de variação		5,2		14,1		10,5		46,2		11,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
		g kg <sup>-1</sup>									
Híbrido	AG9010	15,09	d	4,11	b	7,65	b	0,12	ab	0,92	ab
Simplex	DKB950	15,25	d	5,1	a	10,26	a	0,13	ab	1,12	a
Híbrido	DKB566	14,35	e	3,83	b	7,38	b	0,1	b	0,9	ab
Triplos	AG5020	15,09	d	3,46	b	6,57	b	0,15	ab	0,94	ab
Híbridos	AG2040	15,81	cd	3,98	b	7,67	b	0,14	ab	1	ab
Duplos	DKB979	15,79	cd	4,05	b	7,26	b	0,13	ab	0,77	b
Variedades	BRS4157	17,34	a	3,97	b	7,52	b	0,13	ab	0,91	ab
Melhoradas	BR106	15,68	cd	4,14	b	8,09	b	0,18	a	1,09	ab
Variedades	GI045	16,39	bc	3,41	b	6,75	b	0,1	b	0,89	ab
Regionais	Palotina	17,02	ab	3,84	b	7,72	b	0,13	ab	0,84	ab
Coeficiente de variação		3,4		18,2		18,2		33,4		23,5	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Pelos resultados obtidos das análises de variância pelo teste de Duncan, pode-se constatar diferenças entre as cultivares ( $p < 0,05$ ), em todos os teores entre os macronutrientes avaliados nas duas safras, com exceção do fósforo na primeira safra avaliada. Além disso, o fósforo, potássio e magnésio apresentaram poucas diferenças quanto os níveis tecnológicos na segunda safra avaliada.

Na primeira safra avaliada, as maiores concentrações de nitrogênio na fração grãos foram encontradas na variedade regional Palotina seguido nos híbrido triplo AG2040 e na variedade melhorada BR106, na segunda safra avaliada as maiores concentrações foram observadas na variedade melhorada BRS4157 e variedade regional Palotina, apresentando baixos coeficientes nas duas safras avaliadas.

Estes dados permitem verificar que, de uma maneira geral, as variedades com menor nível tecnológico apresentaram maior teor de nitrogênio na cultura do milho, considerando-se a conversão por proteína. Tal fato está associado aos maiores teores de carboidratos dos tecidos nas cultivares de menor nível tecnológico.

Contudo, Majerowicz *et al.* (2002) não encontrou relação entre potencial genético e eficiência do uso de nitrogênio avaliando variedades melhoradas e variedades locais através de características bioquímicas relacionadas a disponibilidade de nitrogênio.



A primeira safra avaliada, o fósforo não diferiu estatisticamente entre as cultivares e, na segunda safra avaliada o híbrido simples DKB950 apresentou maior concentração de fósforo nos grãos, porém as outras cultivares não diferiram estatisticamente entre si. Isto, mostra também que os teores de P nos grãos sofreram pequena variação quanto ao melhoramento genético. Os teores observados estão entre os valores mínimo e máximo obtido por Heckman et al. (2003), de 2,2 e 5,4 g kg<sup>-1</sup>. Maiores teores no segundo ano indicam a grande importância do clima no teor de P nos grãos, principalmente da disponibilidade de água no solo.

Fernandes e Muraoka (2002) observaram diferenças entre híbridos quanto à eficiência de utilização de fósforo, entretanto em seu estudo observaram que as plantas apresentaram crescimento reduzido e deficiências nutricionais generalizadas mas, principalmente de fósforo evidenciado pelas diferenças morfológicas nas raízes. Além disso, ao avaliarem 30 híbridos comerciais que apresentam características de ciclo, porte e germoplasmas distintos, entre híbridos simples e triplos, observaram maior acúmulo de fósforo na parte aérea, principalmente entre os híbridos simples, entretanto ao contrário do solo neste trabalho, os autores utilizaram solos com baixos teores de fósforo que inviabilizou a comparação real entre os genótipos avaliados por estes autores. Além disso, este experimento foi realizado em casa de vegetação em plantio de vasos, o que pode ter influenciado na expressão do potencial genético destes híbridos. Fidelis *et al.* (2008) avaliando a eficiência de uso do fósforo de genótipos de milho de diferentes combinações híbridas identificaram a eficiência de uso da cultivar através de altas produtividades em baixos níveis de fósforo. Entretanto, o trabalho não descreve a base genética dos híbridos avaliados, nem descreve as diferenças existentes entre as cultivares de milho relacionadas ao nível tecnológico genético avaliado.

Com relação ao potássio, apesar de o híbrido triplo AG5020 (safra 2005/2006) e o híbrido simples DKB950 (safra 2006/2007) diferirem-se estatisticamente das demais cultivares avaliadas, não se verificou a influência do incremento genético no teor deste nutriente nos grãos. Trata-se de um elemento associado a qualidade dos grãos, principalmente na pós-colheita (DECHEN e NACHTIGALL, 2007), entretanto não faz ligações químicas com outros elementos nas células, sendo encontrado na forma livre de K<sup>+</sup> e

apresenta características de consumo de luxo (MARCHNER, 1995), característica esta que independe do incremento genético.

O teor de potássio no grão no primeiro ano ficou próximo do obtido por Heckman et al. (2003), mas os valores observado para segundo ano ficaram acima do valor máximo de  $4,8 \text{ g kg}^{-1}$ . O efeito do ano de cultivo sobre o teor de potássio nos grãos foi mais pronunciado que o observado para fósforo, com valores muito superiores para o ano com maior disponibilidade de água. Ambos os elementos têm como característica a dependência da difusão como mecanismo de contato do nutriente com as raízes e, portanto, são altamente dependentes da disponibilidade de água no solo. Dessa forma, o primeiro ano de cultivo que registrou um baixo índice pluviométrico demonstrou fortes reduções na concentração desses elementos no tecidos dos grãos.

Assim como exposto para fósforo, os teores de potássio em ambos os solos utilizados eram alto contribuído para elevados valores de K no grão, principalmente no segundo cultivo quando as condições de clima foram favoráveis. Entretanto, Jaremtchuk *et al.* (2006) encontraram diferenças significativas quanto aos teores de potássio avaliados em diferentes genótipos de milho com aptidão para silagem, avaliando-se 3 híbridos e 2 variedades de milho.

As concentrações de cálcio e magnésio avaliadas nos grãos concordam com os observados por Heckman *et al.* (2003) e por Ferreira *et al.* (2003) para somente o cálcio, verificados em fase de maturação de grãos. Trata-se de elementos antagônicos quanto à translocação nos tecidos e competem pelo mesmo sítio de absorção, verificando que os teores de magnésio sobressaem aos teores de cálcio em ambas as safras avaliadas, assim como fora observado por Heckman *et al.* (2003). Ambos nutrientes devem estar em equilíbrio nas suas relações, tanto nos tecidos vegetais quanto no solo, para não ocorrer o desbalanço nutricional nas plantas (ROSOLEM; MACHADO e BRINHOLI, 1984).

Observou-se que as maiores concentrações de cálcio foram verificadas nos híbridos duplos AG2040 e DKB979 e na variedade melhorada BRS4157 na safra 2005/2006 e entre todas as cultivares exceto o híbrido triplo DKB566 a variedade regional BR106 na safra 2006/2007. E quanto aos maiores teores de magnésio foram verificados no híbrido triplo DKB566, no híbrido duplo AG2040,

nas duas variedades melhoradas e na variedade regional BR106 na safra 2005/2006 e entre todas as cultivares exceto o híbrido duplo DKB979 na safra 2006/2007. Assim, os dados indicam que não foi possível uma clara distinção entre melhoramento genético e concentração de Ca e Mg nos grãos de milho nos dois anos avaliados. As concentrações de Ca e Mg no grão também foram afetadas pelo ano de cultivo, mas ao contrário do P e K, maiores valores foram observados em uma condição de seca.

As concentrações de micronutrientes avaliadas na fração grãos de cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressas nas tabelas 7a e 7b, entretanto na segunda safra avaliada não avaliou-se os teores de boro, devido a problemas ocorridos durante a análise dos tecidos.

Pelos resultados obtidos das análises de variância pelo teste de Duncan, pode-se constatar diferenças entre as cultivares ( $p < 0,05$ ), nos teores de micronutrientes e benéfico avaliados na safra agrícola de 2005/2006, exceto para o sódio. Entretanto, na segunda safra avaliada, não observou-se nenhuma diferença estatística na fração grãos para nenhum dos micronutrientes avaliados. Estes resultados contrariam as afirmações de Garvin, Welch e Finley (2006) que o melhoramento genético apresenta uma relação inversa ao teor de micronutrientes em grãos de trigo.

TABELA 7 – Teor de micronutrientes e sódio nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na						
----- mg kg <sup>-1</sup> -----													
Híbrido	AG9010	3,11	b	7,26	ab	20,85	ab	6,07	bc	36,36	ab	57,08	a
Simples	DKB950	2,98	b	5,68	ab	18,50	ab	4,55	c	30,41	bc	41,61	a
Híbrido	DKB566	3,25	b	4,65	b	18,47	ab	7,24	bc	31,84	abc	32,61	a
Triplos	AG5020	3,63	b	4,81	ab	17,02	b	5,45	bc	30,96	bc	28,88	a
Híbridos	AG2040	6,22	a	9,59	a	28,55	ab	10,59	a	38,89	a	43,97	a
Duplos	DKB979	4,13	ab	5,23	ab	20,49	ab	6,87	bc	30,91	bc	35,01	a
Variedades	BRS4157	3,80	ab	5,63	ab	34,47	a	8,30	ab	32,00	abc	43,60	a
Melhoradas	BR106	3,26	b	2,82	b	18,10	ab	8,04	ab	27,19	c	32,67	a
Variedades	GI045	3,48	b	3,62	b	17,56	b	7,48	abc	27,61	c	32,99	a
Regionais	Palotina	3,52	b	6,42	ab	17,02	b	6,32	bc	28,57	bc	33,76	a
Coeficiente de variação		48,6		58,9		53,6		33,0		17,2		60,0	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Cu	Fe	Mn	Zn	Na					
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----									
Híbrido	AG9010	1,11	a	37,62	a	9,65	a	23,97	a	45,78	a
Simplex	DKB950	0,81	a	39,36	a	11,00	a	26,14	a	55,78	a
Híbrido	DKB566	0,66	a	32,71	a	11,65	a	24,14	a	47,75	a
Triplos	AG5020	1,02	a	37,27	a	10,85	a	23,00	a	51,63	a
Híbridos	AG2040	1,07	a	37,02	a	12,94	a	26,64	a	63,58	a
Duplos	DKB979	1,07	a	32,63	a	10,31	a	24,17	a	49,73	a
Variedades	BRS4157	0,93	a	37,07	a	12,52	a	30,68	a	51,69	a
Melhoradas	BR106	0,66	a	38,41	a	11,42	a	23,64	a	51,80	a
Variedades	GI045	1,27	a	39,66	a	11,41	a	22,20	a	73,55	a
Regionais	Palotina	0,85	a	40,98	a	11,86	a	22,14	a	49,72	a
Coeficiente de variação		86,9		18,1		20,8		27,3		36,9	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Os resultados observados quanto às cultivares que obtiveram as maiores concentrações dos micronutrientes e sódio avaliados na safra 2005/2006 (onde observou-se diferenças estatísticas) segue: os híbridos duplos e a variedade melhorada BRS4157 para o micronutriente boro, todas as cultivares exceto DKB950, BR106 e GI045 para o micronutriente cobre, todas as cultivares exceto a AG5020 e as variedades regionais para o micronutriente ferro, as cultivares AG2040, BRS4157, BR106 e GI045 para o micronutriente manganês e as cultivares AG9010, DKB566, AG2040 e BRS4157 para o micronutriente zinco.

Os dados verificados para o micronutriente boro, concordam com os observados por Heckman *et al.* (2003) e indicam que as baixas concentrações deste nutriente nos grãos, quando comparados as outras frações avaliadas, a mobilidade do boro, quanto a redistribuição, é bastante restrita em plantas de milho.

Os teores de boro nas plantas são variados entre espécies e tem dependência ligada principalmente a mobilidade deste micronutriente (MARSCHNER, 1995; MENGEL e KIRKBY, 1987). Para a maioria das espécies, o micronutriente boro apresenta baixa mobilidade no floema, descreve Brown e Shelp (1997), entretanto em plantas de milho o boro é considerado imóvel, de acordo com Brown e Hu (1998).

As concentrações de cobre avaliadas na safra agrícola de 2006/2007 foram inferiores às concentrações observados por Mullins *et al.* (1982) com

valores que variaram de 1,9 a 3,5 ppm e os por Payne *et al.* (1988) que variaram de 2,2 a 3,4 mg kg<sup>-1</sup> ambos avaliados nos grãos em fase de maturação. Os teores de cobre variaram muito de uma safra para a outra. Tal fato pode estar associado ao maior requerimento deste elemento em situações de estresses como foi o caso da safra de 2005/2006, uma vez que houve déficit hídrico. Sua necessidade está associada à inibição das enzimas catalase e peroxidases (FANCELLI, 2008), acumulando peróxidos que tem uma ação bactericida e proporcionando maior resistência a doenças e intempéries.

Os baixos valores de Cu observados no segundo cultivo foram inesperados visto que o solo utilizado apresentava valores de Cu disponível de 23,7 mg kg<sup>-1</sup>, muito acima do valor de 1,0 mg kg<sup>-1</sup>, considerado nível crítico. Não foi possível verificar uma relação existente entre os teores de ferro avaliados nos grãos e o nível tecnológico das cultivares avaliadas.

Os teores de Fe observados encontram-se na faixa de 9 a 89 mg kg<sup>-1</sup> observado por Heckman *et al.* (2003). Como o teor total de ferro no solo é muito elevado, especialmente em solos com origem em rochas básicas como Basalto em questão, a disponibilidade é dada pelo pH, presença de agentes quelatantes, potencial de oxi-redução e mudanças destes parâmetros na superfície das raízes. Logo, a planta pode atuar fortemente sobre a disponibilidade deste nutriente, uma vez que pode afetar mudanças na rizosfera. Não houve indicações destas mudanças quanto ao nível de seleção genética indicando que esta capacidade de alteração não ocorreu.

Mas, o efeito do ano de cultivo foi observado com maior valor para segundo ano, isto é maior disponibilidade sobre alta precipitação. Embora o solo tenha boa permeabilidade elevada precipitação pode ter revelado acúmulo de umidade temporária que permita condição de redução e elevação da disponibilidade de elementos sujeitos à redução como Fe e Mn. Martins *et al.* (2003) não verificaram aumentos na concentração de ferro em grãos de milho com adição de lodo de esgoto, uma vez que as condições do solo já indicavam altos teores deste elemento. Entretanto, embora os autores tenham verificado que os níveis ferro encontrados em quatro safras agrícolas estavam de acordo com as normas legislativas para consumo, este foram superiores aos avaliados neste experimento.

Os teores do manganês aumentaram na safra 2006/2007 cerca de 4 mg kg<sup>-1</sup> em média comparando-se a safra 2005/2006, entretanto nesta safra não observou-se diferenças estatísticas entre as cultivares. Os teores obtidos no primeiro ano estão dentro da faixa de 1,0 a 9,8 mg kg<sup>-1</sup> observado por Heckman *et al.* (2003). Mas, os valores obtidos no segundo ano estão acima desta faixa indicando maior disponibilidade.

Assim como observado para Fe, maiores teores de Mn no ano de maior precipitação pode estar associado à redução temporária do Mn no solo, elevando a disponibilidade. Os resultados observados discordam do obtido por Lavres Junior *et al.* (2008) que identificaram diferenças genotípicas em cultivares de soja, que são responsáveis por alterações na absorção e distribuição do transporte de manganês para os grãos, além de observarem maior acúmulo deste nutriente na parte aérea quanto maior sua disponibilidade em solução nutritiva.

Apenas na safra 2005/2006 verificou-se diferenças estatísticas entre as cultivares para o teor de zinco nos tecidos, em todas as frações avaliadas. Através destes dados podemos inferir que, para o micronutriente zinco não há influência do nível tecnológico da cultivar na capacidade de absorção e distribuição deste elemento em plantas de milho. Os teores observados na fração grãos concordam com os encontrados por Heckman *et al.* (2003) de 15 a 34,5 mg kg<sup>-1</sup>, por Rashid e Fox (1992) de 29 mg kg<sup>-1</sup> (média de dois solos avaliados), de 21 a 25 mg kg<sup>-1</sup> Ferreira *et al.* (2003) e de 36,4 a 40 mg kg<sup>-1</sup> por Massey e Loeffel (1966), cujo requerimento interno de zinco nas sementes é em torno de 18 mg kg<sup>-1</sup>, e portanto, as cultivares avaliadas apresentaram concentrações deste nutrientes acima da requerida.

A composição de zinco nas sementes não é constante sendo influenciada principalmente pela disponibilidade de zinco no solo ao longo do crescimento das plantas, além da contribuição para o aumento da concentração nos tecidos dos grãos quanto à fertilização deste elemento quando comparados aos tecidos das folhas (RASHID e FOX, 1992). Carência generalizada de Zn, é comum a muitas regiões do Brasil, dado pobreza dos solos. Contudo, o solo utilizado apresenta valores disponíveis superiores a 20 mg kg<sup>-1</sup>, valores estes muito superiores ao nível crítico 1 mg kg<sup>-1</sup>.

O sódio foi o único elemento que não demonstrou nenhuma diferença estatística, em nenhuma das safras avaliadas. É possível inferir que para este elemento, não houve nenhuma relação entre o potencial genético, o nível tecnológico e as condições climáticas e de solo que influenciaram na absorção de sódio e na sua distribuição para os grãos. Os teores de sódio observados foram similares aos observados por Agostini *et al.* (2004), cuja composição é extremamente importante na tomada de decisão quanto ao uso na alimentação de aves, uma vez que a pressão osmótica das células está relacionada com a concentração deste elemento na alimentação animal.

#### 4.3.2. Avaliação da concentração de nutrientes na fração folhas e colmos

As concentrações de macronutrientes minerais avaliadas nas frações folhas e colmos de cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressas nas tabelas 8a e 8b e nas tabelas 9a e 9b.

Pelos resultados obtidos das análises de variância pelo teste de Duncan, pode-se constatar diferenças entre as cultivares ( $p < 0,05$ ), em todos os elementos avaliados em ambas as safras agrícolas, tanto na fração folhas quanto na fração colmos.

TABELA 8 – Teor de macronutrientes nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		g kg <sup>-1</sup>									
		N		P		K		Ca		Mg	
Híbrido	AG9010	9,71	ef	0,44	f	8,86	c	2,81	e	1,37	d
Simplex	DKB950	9,18	f	0,45	f	9,4	c	2,78	e	1,48	d
Híbrido	DKB566	10,28	def	0,68	e	12,8	b	3,03	de	1,93	c
Triplos	AG5020	12,07	ab	1,07	a	14,02	ab	4,01	a	2,31	b
Híbridos	AG2040	11	bcd	0,91	bc	13,12	b	3,33	bcd	1,91	c
Duplos	DKB979	10,83	cde	0,75	de	13,85	ab	3,97	a	1,9	c
Variedades	BRS4157	11,11	abcd	0,81	cd	12,69	b	3,66	ab	2,69	a
Melhoradas	BR106	11,26	abcd	0,86	cd	13,14	b	3,47	bc	2,11	bc
Variedades	GI045	12,02	abc	1,09	a	13,97	ab	3,15	cde	2,31	b
Regionais	Palotina	12,3	a	1,01	ab	15,31	a	3,17	cde	2,25	bc
Coeficiente de variação		7,6		12		9,4		8,9		12,8	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
----- g kg <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	8,57	c	0,77	c	3,45	d	2,45	b	1,18	c
Simplex	DKB950	9,39	bc	0,88	bc	3,43	d	1,66	b	1,22	bc
Híbrido	DKB566	10,41	abc	1,06	ab	6,23	ab	1,69	b	1,39	abc
Triplos	AG5020	9,69	bc	1,17	a	5,09	bc	4,81	a	1,46	abc
Híbridos	AG2040	8,66	c	1,15	a	4,4	cd	3,35	ab	1,84	a
Duplos	DKB979	9,94	bc	1,09	ab	5,49	bc	3,53	ab	1,25	bc
Variedades	BRS4157	11,35	ab	1,16	a	5,77	abc	3,65	ab	1,71	ab
Melhoradas	BR106	9,08	c	1,06	ab	5,67	abc	1,71	b	1,24	bc
Variedades	GI045	9,76	bc	1,21	a	6,49	ab	1,77	b	1,49	abc
Regionais	Palotina	12,14	a	1,26	a	6,97	a	1,47	b	1,28	bc
Coeficiente de variação		14,1		17,3		19,2		60,9		25,1	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

TABELA 9 – Teor de macronutrientes nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
----- g kg <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	10,10	d	0,38	e	16,51	cd	1,10	b	1,64	ab
Simplex	DKB950	11,09	d	0,41	e	18,71	de	1,17	b	1,68	ab
Híbrido	DKB566	11,15	d	0,59	d	21,95	bcd	1,08	b	1,23	b
Triplos	AG5020	13,59	bc	0,91	ab	15,24	e	1,31	ab	1,73	ab
Híbridos	AG2040	14,24	abc	0,83	bc	21,17	cd	1,26	ab	1,66	ab
Duplos	DKB979	12,16	cd	0,54	d	21,70	bcd	1,20	b	1,36	b
Variedades	BRS4157	16,62	a	0,77	bc	26,78	a	1,48	a	1,83	a
Melhoradas	BR106	14,80	ab	0,74	c	25,16	abc	1,22	b	1,40	bc
Variedades	GI045	15,96	ab	0,98	a	25,96	a	1,24	ab	1,56	abc
Regionais	Palotina	16,63	a	0,99	a	22,64	abcd	1,12	b	1,51	abc
Coeficiente de variação		12,7		14,1		15,1		14,8		16,5	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).



(b)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
		g kg <sup>-1</sup>									
Híbrido	AG9010	6,89	b	0,74	c	21,46	c	0,50	c	1,00	ab
Simplex	DKB950	7,44	b	0,71	c	27,54	abc	0,56	bc	0,99	ab
Híbrido	DKB566	6,62	b	0,9	bc	33,52	ab	0,78	abc	0,79	bc
Triplos	AG5020	6,17	b	0,72	c	25,87	abc	0,69	abc	1,08	a
Híbridos	AG2040	7,53	b	0,89	bc	23,15	bc	0,64	abc	0,92	abc
Duplos	DKB979	8,59	ab	1,13	ab	29,63	abc	0,80	ab	0,96	abc
Variedades	BRS4157	10,42	a	1,20	ab	34,27	a	0,84	a	1,03	ab
Melhoradas	BR106	8,23	ab	1,14	ab	28,70	abc	0,72	abc	0,95	abc
Variedades	GI045	10,51	a	1,27	ab	33,15	ab	0,66	abc	0,99	ab
Regionais	Palotina	10,37	a	1,45	a	28,41	abc	0,55	bc	0,71	c
Coeficiente de variação		23,2		26,9		25,2		27,8		19,3	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Os teores de nitrogênio observados tanto nas folhas quanto nos colmos sugerem diferenças entre os níveis tecnológicos para o teor deste nutriente, principalmente na primeira safra avaliada.

Verificou-se que as maiores concentrações foram verificadas nas variedades melhoradas e regionais e no híbrido triplo AG5020 (fração folhas) e nas variedades regionais e melhoradas e no híbrido duplo AG2040 (fração folhas) na safra 2005/2006.

Na safra seguinte verificou-se as maiores concentrações no híbrido triplo DKB566, na variedade melhorada BRS5147 e na variedade regional Palotina (fração folhas) e nas variedades regionais e melhoradas e no híbrido duplo DKB979 (fração colmos).

O teor de nitrogênio avaliado nas folhas entre híbridos de milho lançados comercialmente em diferentes épocas foram determinados por Sangoi *et al.* (2001) que verificaram nos híbridos menos evoluídos a absorção de nitrogênio foi maior, entretanto a eficiência do uso do nutriente e rendimento dos grãos foi inferior nestes híbridos.

O efeito da influência do melhoramento sobre os teores de fósforo, mostrou-se muito mais evidente na folha conforme apresenta a tabela 8 e colmo conforme apresenta a tabela 9, em comparação aos grãos apresentada anteriormente na tabela 6. Em geral, a elevação no nível tecnológico propiciou decréscimo na concentração no teor foliar e do colmo.

Observou-se que, na comparação dos teores de fósforo observados nas folhas, os híbridos simples obtiveram as duas menores concentrações de fósforo enquanto que, as variedades regionais obtiveram as duas maiores concentrações deste nutriente em ambas as safras agrícolas. Os dados observados na fração colmo, embora não tão claros quanto nas folhas também sugerem o mesmo resultado que na fração folhas, nos dois anos avaliados.

Uma exceção tanto na fração folhas quanto na fração colmos, quando o híbrido triplo AG5020 teve maior teor de fósforo na folha do que a variedade regional Palotina, ficando essa com o terceiro maior valor na safra 2005/2006. A outra exceção ocorreu quando o mesmo híbrido triplo AG5020 que obteve menor concentração no colmo que o híbrido simples AG9010, na safra 2006/2007, demonstrando valores discrepantes dentro do mesmo nível tecnológico das cultivares.

Os teores de fósforo verificados estão em concordância com os encontrados por Ferreira *et al.* (2003) que observaram a influência de tratamentos de adubação no solo sobre o rendimento e a concentração do nutriente e, observaram uma relação direta para o elemento fósforo quanto aos teores deste elemento nas folhas e sua disponibilidade no solo, uma vez que neste experimento a disponibilidade de fósforo no solo foi diferente entre uma safra e outra.

O efeito do melhoramento também foi observado sobre o teor de potássio na folha nas duas safras avaliadas, e assim como no fósforo, os teores diminuíram com avanço do melhoramento. Também, a comparação entre teor foliar permite visualizar tal fato, onde os híbridos simples, que apresentam o maior nível tecnológico genético entre as cultivares avaliadas, têm os menores teores nos dois anos avaliados.

O efeito do melhoramento sobre o teor de potássio no colmo, foi menos claro, tendo nos híbridos simples a última e antepenúltima concentração na safra de 2005/2006 e, as variedades regionais, segunda e quarta maior concentração. Melo, Nörenberg e Rocha (2004) verificaram em dois híbridos de milho silagem que a porcentagem de potássio corresponde a mais de 1% da massa seca total quando comparado aos outros macronutrientes, demonstrando a importância deste nutriente na nutrição mineral de plantas.

Diferente do observado para os grãos, maiores teores de Ca do que Mg foram obtido na folha e colmo. Mas, assim como foi observado para o teor de Ca e Mg nos grãos, menores teores foram obtidos no ano com maior precipitação, principalmente para o Ca. Hernandez e Silveira (1998) também avaliaram os teores de cálcio e magnésio na massa seca da parte aérea em ensaio conduzido em casa de vegetação, para verificar os efeitos das relações entre cálcio e magnésio no solo sobre a nutrição destes elementos nas plantas.

Os teores destes elementos verificados por estes autores, foram muito superiores aos determinados neste experimento. Entretanto no trabalho destes últimos autores, a análise dos tecidos foi realizada na fase de pleno florescimento das plantas, evitando a redistribuição do magnésio para os grãos, como ocorreu neste experimento.

O efeito do melhoramento só foi observado para o Mg na folha para o primeiro ano, com maior teor para as variedades regionais e melhorada. Verificou-se que as cultivares AG5020, DKB979 e BRS4157 na safra 2005/2006 e AG5020, AG2040, DKB979 e BRS4157 na safra 2006/2007 apresentaram maiores teores de cálcio nas folhas e AG5020, AG2040, BRS4157 e GI045 na safra 2005/2006 e todas exceto os híbridos simples e Palotina a safra 2006/2007 apresentaram maiores teores de cálcio nos colmos. Enquanto as cultivares que apresentaram maiores teores de magnésio foram BRS4157 na safra 2005/2006 e os híbridos triplos, AG2040, BRS4157 e GI045 na safra 2006/2007 na fração folhas e todas as cultivares exceto DKB566, DKB797 e BR106 na safra 2005/2006 e exceto DKB566 e Palotina na safra 2006/2007 na fração colmos. Os teores de cálcio e magnésio foram avaliados por Andreotti *et al.* (2000) nas folhas e nos colmos de plantas de milho, cultivadas em vasos em casa de vegetação, para verificar a influência da aplicação de calcário sobre a absorção deste elemento.

As concentrações de micronutrientes avaliada nas frações folhas e colmos de cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 expressas nas tabelas 10a e 10b e nas tabelas 11a e 11b.

Na fração folhas pode-se constatar diferenças entre as cultivares ( $p < 0,05$ ) pelos resultados obtidos das análises de variância pelo teste de Duncan, nos teores de boro e manganês avaliados na safra 2005/2006 e nos teores de

cobre, ferro e manganês na safra 2006/2007. Na fração colmos constatou-se diferenças estatísticas nos teores de boro, ferro e manganês na safra 2005/2006 e nos teores de ferro na safra 2006/2007.

Contudo, os efeitos de diferentes níveis tecnológicos sobre os teores de micronutrientes não foi evidenciado para nenhum dos micronutrientes avaliados na folha e colmo.

TABELA 10 – Teor de micronutrientes e benéfico nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na						
----- mg kg <sup>-1</sup> -----													
Híbrido	AG9010	8,01	b	11,03	a	141	a	64,7	abc	22,6	a	111,9	a
Simplex	DKB950	7,81	b	6,92	a	162	a	65,0	abc	17,6	a	81,0	a
Híbrido	DKB566	9,33	b	7,10	a	197	a	51,6	c	19,4	a	89,9	a
Triplos	AG5020	10,51	ab	7,27	a	195	a	80,7	a	22,4	a	96,3	a
Híbridos	AG2040	12,41	a	8,44	a	159	a	74,5	ab	23,9	a	99,1	a
Duplos	DKB979	10,32	ab	8,14	a	186	a	69,6	ab	19,7	a	94,1	a
Variedades	BRS4157	10,32	ab	8,99	a	165	a	78,4	a	20,8	a	97,8	a
Melhoradas	BR106	9,81	ab	7,21	a	164	a	60,6	bc	17,5	a	103,7	a
Variedades	GI045	10,20	ab	8,86	a	179	a	60,8	bc	22,7	a	101,6	a
Regionais	Palotina	8,98	b	9,63	a	204	a	59,4	bc	22,0	a	93,5	a
Coeficiente de variação		21,2		40,8		36,6		17,3		25,4		22,2	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Cu	Fe	Mn	Zn	Na					
----- mg kg <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	5,68	ab	196	abc	64,4	cd	9,9	a	45,8	a
Simplex	DKB950	6,17	ab	196	abc	70,3	cd	12,2	a	43,8	a
Híbrido	DKB566	4,84	ab	181	abc	57,7	d	15,4	a	51,7	a
Triplos	AG5020	6,42	a	256	ab	84,7	ab	9,7	a	43,8	a
Híbridos	AG2040	6,36	ab	256	ab	69,7	cd	16,3	a	47,8	a
Duplos	DKB979	5,70	ab	171	bc	68,0	cd	12,8	a	53,7	a
Variedades	BRS4157	5,88	ab	301	a	86,5	a	14,0	a	53,7	a
Melhoradas	BR106	5,14	ab	115	c	76,5	abc	10,5	a	45,8	a
Variedades	GI045	4,51	b	152	bc	72,9	bc	11,7	a	49,8	a
Regionais	Palotina	4,88	ab	191	abc	66,7	cd	11,3	a	43,9	a
Coeficiente de variação		22,7		43,8		13,1		48,5		27,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

TABELA 11 – Teor de micronutrientes e benéfico nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na						
----- mg kg <sup>-1</sup> -----													
Híbrido	AG9010	6,30	b	10,58	a	181	ab	14,4	b	23,8	a	133,0	a
Simples	DKB950	6,54	b	12,44	a	78	b	11,2	b	26,9	a	145,8	a
Híbrido	DKB566	6,84	ab	8,35	a	202	ab	10,7	b	13,0	a	121,2	a
Triplos	AG5020	6,23	b	11,94	a	82	b	11,3	b	15,3	a	118,2	a
Híbridos	AG2040	9,60	a	14,65	a	438	a	23,5	a	23,5	a	137,3	a
Duplos	DKB979	7,07	ab	10,73	a	220	ab	12,7	b	15,5	a	120,0	a
Variedades	BRS4157	7,22	ab	12,86	a	222	ab	17,6	ab	19,2	a	132,6	a
Melhoradas	BR106	6,64	b	8,56	a	177	a	10,8	b	14,4	a	130,7	a
Variedades	GI045	6,74	ab	14,13	a	375	ab	17,2	ab	20,7	a	139,9	a
Regionais	Palotina	6,26	b	9,53	a	236	ab	12,3	b	19,1	a	124,9	a
Coeficiente de variação		29,1		39,1		92,9		41,6		49,4		23,6	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Cu	Fe	Mn	Zn	Na					
----- mg kg <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	4,49	a	89	b	18,1	a	10,1	a	61,7	a
Simples	DKB950	4,13	a	95	b	19,1	a	10,2	a	63,6	a
Híbrido	DKB566	5,11	a	130	ab	19,1	a	8,5	a	67,5	a
Triplos	AG5020	5,37	a	111	ab	20,2	a	8,9	a	63,7	a
Híbridos	AG2040	5,17	a	119	ab	19,0	a	11,9	a	53,7	a
Duplos	DKB979	5,14	a	93	b	18,0	a	11,2	a	67,6	a
Variedades	BRS4157	5,27	a	102	b	20,3	a	12,0	a	67,6	a
Melhoradas	BR106	4,77	a	129	ab	20,1	a	10,9	a	67,6	a
Variedades	GI045	5,45	a	149	a	19,5	a	9,8	a	67,8	a
Regionais	Palotina	5,51	a	105	ab	18,4	a	11,2	a	59,9	a
Coeficiente de variação		31,1		28,0		10,6		25,7		15,7	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Com relação ao boro não é possível identificar o efeito genético sobre seu teor nas folhas e nos colmos. A concentração deste nutriente nas folhas foi inferior aos níveis adequados indicados por Fancelli (2008), entretanto estes níveis são determinados em uma análise foliar em estado de pleno florescimento das plantas. Jamami *et al.* (2006) avaliaram a resposta produtiva da cultura do milho à aplicação de boro, identificando seus teores foliares aos 60 dias após a emergência, e observaram que seu teor não alterou com a

aplicação de boro via solo em híbridos comerciais. A resposta deste experimento foi similar para o micronutriente zinco.

De maneira similar aos teores de cobre encontrados nos grãos, a resposta das concentrações de folhas e colmos variaram muito de uma safra para outra, sendo menor no ano chuvoso. Observa-se ainda pequena diferença entre os teores de Cu entre folha e colmo. Os teores da primeira safra avaliada concordam com os valores observados nas folhas que variaram de 5,6 a 14,1 mg kg<sup>-1</sup> (anos agrícolas diferentes e em diferentes classes texturais do solo) encontrados por Mullins *et al.* (1982) e com os valores 19,2 a 54,3 ( anos agrícolas diferentes) por Payne *et al.* (1988).

Os teores encontrados nas folhas para os micronutrientes ferro e manganês são considerados ideais para o desenvolvimento da cultura do milho, avaliados entre 50 a 250 mg kg<sup>-1</sup> de ferro e 42 a 150 mg kg<sup>-1</sup> de manganês por Fancelli (2008). Os teores de Fe e Mn, encontrados nas folhas e colmos foram muito maiores que os observado pelos grãos. Ainda, maiores teores de Mn foram encontrados no tecido foliar em relação ao colmo.

A concentração de manganês e ferro observada nas folhas por Martins *et al.* (2003) ao longo de quatro anos de cultivo foram muito superiores aos observados neste experimento. Tal fato está associado as condições de desenvolvimento impostas pelos autores, utilizando lodo de esgoto como fonte de adubo, responsável por altos índices de manganês, cuja concentração atingiu níveis próximos aos estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde. O solo utilizado no experimento apresenta pH elevado o que pode ser um dos fatores que determina menor disponibilidade do Mn as plantas.

Os teores de zinco observados nas folhas avaliados em fase de maturação de grãos, são próximos a necessidade interna requerida de 24 mg kg<sup>-1</sup> descrita por Rashid e Fox (1992) e a variação de 22,9 a 28,4 mg kg<sup>-1</sup> Gonçalves Junior *et al.* (2006), e foram mais baixos que os valores nas folhas de 29 a 71 mg kg<sup>-1</sup> e nos colmos 13 a 110 mg kg<sup>-1</sup> encontrados por Andreotti, Souza e Crusciol (1999). Ao contrário do observado neste trabalho, Leal *et al.* (2007) comparando-se híbridos simples e híbridos duplos verificaram os teores acumulados de zinco nas folhas 30 dias após a semeadura foram maiores no híbrido simples. Razão disso está associada ao efeito de diluição observada

neste experimento, uma vez que este híbrido produziu menor quantidade de massa total produzida e também pela sua eficiência na absorção de zinco.

Quanto ao sódio sua importância está ligada principalmente a regulação da pressão osmótica tanto em células vegetais, quanto em células animais quando utilizada a silagem de milho para alimentação animal. Os teores de Na na folha e colmo, foram menores no ano mais chuvoso de 2007. Tal fato pode estar associado a sua característica de regulação da pressão osmótica o que necessita que este elemento esteja livre na planta e sujeito a lavagem. Azevedo Neto e Tabosa (2000) avaliaram a distribuição de nutrientes sob efeito de estresse salino em plântulas de milho e verificaram que as maiores concentrações de sódio são observadas nos colmos de milho, o que não foi observado neste trabalho. Esses autores não verificaram diferenças entre genótipos e a concentração de sódio nas folhas de plântulas de milho, entretanto observaram diferenças quando avaliado no colmo.

#### 4.4. Teor de extração e exportação de nutrientes entre genótipos de milho

Os teores de extração parcial de macronutrientes avaliadas em cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressos nas tabela 12.

TABELA 12 – Extração de macronutrientes de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
----- kg ha <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	101,7	de	9,55	bcd	94,3	c	11,85	e	12,86	cd
Simplex	DKB950	105,4	bcde	9,77	bcd	105,1	bc	12,1	de	13,29	cd
Híbrido	DKB566	124,9	abcde	13,1	ab	128	ab	12,51	cde	14,6	bc
Triplos	AG5020	137,3	a	14,65	a	102,8	bc	15,93	a	16,42	ab
Híbridos	AG2040	127,5	abcd	12,95	abc	122,4	ab	14,13	bc	14,86	abc
Duplos	DKB979	132,8	ab	12,66	abc	128,6	ab	16,19	a	14,08	c
Variedades	BRS4157	131,4	abc	11,88	abc	142,8	a	15,58	ab	16,98	a
Melhoradas	BR106	118,1	abcde	10,77	abcd	136,3	a	13,79	bcd	13,15	cd
Variedades	GI045	104,4	cde	8,77	cd	137,6	a	12,7	cde	12,79	cd
Regionais	Palotina	99,2	e	6,97	d	126,1	ab	12,15	de	11,6	d
Coeficiente de variação		10,9		17,6		10,5		9,7		11,2	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
		kg ha <sup>-1</sup>									
Híbrido	AG9010	177,8	b	41,84	ab	141,2	b	7,58	d	14,01	bcd
Simple	DKB950	177,0	b	49,73	a	175,2	ab	6,41	d	15,55	b
Híbrido	DKB566	179,9	b	39,23	abc	213,3	a	8,51	cd	14,43	bcd
Triplos	AG5020	207,7	a	42,06	ab	193,1	ab	19,88	a	18,75	a
Híbridos	AG2040	212,2	a	45,25	ab	193,8	ab	15,24	ab	19,71	a
Duplos	DKB979	209,9	a	45,53	ab	199,8	ab	14,39	abc	14,50	bc
Variedades	BRS4157	163,9	bc	29,74	cde	184,0	ab	12,38	bcd	13,07	bcd
Melhoradas	BR106	169,1	bc	37,05	bcd	189,7	ab	8,42	cd	14,80	bc
Variedades	GI045	146,8	c	24,94	e	191,4	ab	7,31	d	11,81	cd
Regionais	Palotina	163,0	bc	28,43	de	193,6	ab	7,36	d	10,90	d
Coeficiente de variação		10,9		10,5		19,9		22,0		44,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Os valores referentes a extração de nutrientes são parciais, uma vez que contabilizou-se a soma das concentrações dos elementos nas frações grãos, colmos e folhas e, não se quantificou extração nas frações sabugo, pendão e brácteas, nem das raízes. Essas frações das cultivares de milho correspondem a cerca de 20% da massa total da parte aérea, sem levar em consideração a massa dos grãos.

Pelos resultados obtidos das análises de variância e do teste de Duncan ( $p > 0,05$ ), pode-se constatar diferenças significativas entre as cultivares, na extração parcial de todos os nutrientes avaliados em ambas as safras, com exceção do sódio na safra de 2005/2006, que não diferiu estatisticamente.

Estas verificações são indicativas da existência de variabilidade quanto à extração de nutrientes entre as cultivares. De uma maneira geral, os híbridos triplos e duplos obtiveram as maiores extrações de nutrientes, tanto de macro quanto de micronutrientes.

Os resultados das análises de variância da extração parcial de macronutrientes e micronutrientes encontram-se nos anexos R, S, T e U e da exportação de macronutrientes e micronutrientes encontram-se nos anexos V, W, X e Y.

As concentrações de macronutrientes extraídos seguiram a ordem crescente:  $N > K > Mg > Ca > P$  para a maioria dos híbridos avaliados na safra



2005/2006;  $K > N > Ca = Mg > P$  para todas as variedades melhoradas e regionais na safra 2005/2006;  $N > K > P > Mg > Ca$  para a maioria dos híbridos avaliados na safra 2006/2007 e;  $K > N > P > Mg > Ca$  para todas as variedades melhoradas e regionais.

Analisando a ordem crescente de extração de nutrientes é possível verificar uma diferença quanto ao nível tecnológico das cultivares avaliadas, comparando-se híbridos e variedades principalmente quanto à maior extração de nitrogênio entre os híbridos em relação ao potássio entre as variedades. Tal fato sugere uma maior necessidade de nitrogênio no desenvolvimento de novas cultivares. Outra diferença verificada foi quanto a baixa extração de fósforo na primeira safra avaliada em relação a segunda safra.

As alterações morfofisiológicas dos híbridos modernos de milho são responsáveis pelas alterações na dinâmica de absorção do nitrogênio, comprovadamente pelo uso de coberturas nitrogenadas sempre que as restrições climáticas forem desfavoráveis ao suprimento de nitrogênio, conforme Silva *et al.* (2005).

Outra verificação é a baixa extração de fósforo no primeiro ano de cultivo. Tal fato está associado a diferença da disponibilidade de fósforo dos solos onde o experimento foi instalado entre as safras agrícolas. De acordo com a interpretação das classes quanto ao teor de fósforo no solo ambas as safras responderam igualmente, entretanto a disponibilidade de água é um fator preponderante para ocorrer o contato deste nutriente com as raízes por difusão foi precária na primeira safra avaliada.

Alves *et al.* (2002) avaliaram a cinética de absorção de fósforo comparando oito genótipos de milho contrastantes, em um experimento em casa de vegetação com soluções nutritivas e omitindo este nutriente ao longo do desenvolvimento das plantas de milho. Observaram que não houve diferença entre os genótipos de milho quanto ao aumento na absorção de fósforo quando houve redução do nutriente na solução nutritiva.

Coelho e França (1995) descrevendo a extração média de nutrientes em função da produtividade avaliaram uma extração média de  $77 \text{ kg ha}^{-1}$  para o nitrogênio,  $9 \text{ kg ha}^{-1}$  para o fósforo,  $83 \text{ kg ha}^{-1}$  para o potássio  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  para o cálcio e  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  para o magnésio para uma produtividade de  $3,65 \text{ t ha}^{-1}$  e uma extração média de  $167 \text{ kg ha}^{-1}$  para o nitrogênio,  $33 \text{ kg ha}^{-1}$  para o fósforo,

113 kg ha<sup>-1</sup> para o potássio, 27 kg ha<sup>-1</sup> para o cálcio e 25 kg ha<sup>-1</sup> para o magnésio para uma produtividade de 7,87 t ha<sup>-1</sup>. A extração média de macronutrientes pelas cultivares avaliadas concordam quanto aos teores de nitrogênio e fósforo em função da produtividade próxima as avaliadas por esses autores. A extração de potássio foi superior e de cálcio e magnésio foi inferior às extrações descritas por esses autores.

De acordo com Hiroce, Furlani e Lima (1989) a cultura do milho requer aproximadamente 140 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio para produzir 5 t ha<sup>-1</sup>. Baseado neste conceito, verificou-se que todas as cultivares avaliadas apresentaram extrações de nitrogênio acima deste valor na segunda safra avaliada, mesmo as cultivares regionais que obtiveram produtividade média inferior a 5 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto que na primeira safra, cujas influências climáticas foram determinantes obteve-se em todas as cultivares produtividades inferiores a 5 t ha<sup>-1</sup>, a extração de nitrogênio não ultrapassou 137 kg ha<sup>-1</sup>.

Observou-se neste elemento que, de uma maneira geral, os híbridos duplos e triplos obtiveram as maiores extrações em ambas as safras avaliadas e das variedades melhoradas na safra de 2005/2006.

Os resultados apresentados quanto a extração de fósforo demonstraram que os híbridos foram superiores na safra de 2006/2007 e os híbridos duplos, triplos e as variedades melhoradas na safra de 2005/2006.

A extração de potássio avaliada foi superior aos valores de 63,85 kg ha<sup>-1</sup> para uma produtividade de 20 t de massa seca ha<sup>-1</sup> e de 52,90 kg ha<sup>-1</sup> para uma produtividade de 40 t de massa seca ha<sup>-1</sup> encontrada por Jaremtchuk (2006) que avaliou diferenças quanto a extração de potássio em híbridos e variedades de milho silagem. Além disso estes autores encontraram diferenças significativas quanto ao nível tecnológico das cultivares de milho e verificaram que a elevação da altura de corte reduziram as concentrações de potássio entre os genótipos avaliadas. As menores extrações de potássio pelos híbridos simples, em ambas as safras estudadas, sugerem maior eficiência de uso deste nutriente nestes cultivares.

Tal fato pode estar associado ao elemento potássio ser altamente requerido pelas plantas, permanecendo na forma livre de K<sup>+</sup> nos tecido vegetais (MARSCHNER, 1995), sendo absorvido em quantidade superiores a máxima requerida, quando este encontra-se disponível no solo.

As extrações de cálcio e magnésio foram bastante similares na primeira safra avaliada entretanto, a extração de cálcio reduziu na segunda safra enquanto que a extração de magnésio permaneceu semelhante. Além disso, o coeficiente de variação da extração de cálcio na safra de 2006/2007 teve um acréscimo significativo.

Os teores de extração parcial de micronutrientes avaliadas em cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressos nas tabela 13.

As concentrações de micronutrientes e benéfico extraídos seguiram a ordem crescente: Fe>Na>Mn>Zn>Cu>B na safra 2005/2006 e na safra 2006/2007 sem a avaliação do B, não havendo diferenças entre os híbridos e as variedades melhoradas e regionais. Apenas os híbridos simples e o híbrido duplo DKB566 extraiu mais Zn do que Mn e o híbrido simples DKB950 extraiu mais Na do que Fe.

Assim como nos macronutrientes, as maiores extrações de micronutrientes foram observadas, de uma maneira geral, entre os híbridos triplos e duplos, embora estes não diferiram estatisticamente de outras cultivares.

TABELA 13 – Extração de micronutrientes e benéfico de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06).

(a)

Tratamento		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na						
		g ha <sup>-1</sup>											
Híbrido	AG9010	51,0	b	85,0	ab	1097	ab	229,2	bc	237,5	a	947,9	a
Simple	DKB950	51,5	b	78,9	ab	745	b	212,2	bc	219,9	ab	859,5	a
Híbrido	DKB566	59,7	ab	64,3	ab	1323	ab	190,1	c	198,6	ab	792,5	a
Triplos	AG5020	59,8	ab	77,2	ab	840	b	255,2	abc	201,0	ab	777,1	a
Híbridos	AG2040	82,0	a	98,8	a	2156	a	296,2	a	235,7	a	875,6	a
Duplos	DKB979	65,1	ab	76,8	ab	1366	ab	238,7	abc	201,5	ab	797,0	a
Variedades	BRS4157	60,5	ab	82,9	ab	1327	ab	275,2	ab	189,9	ab	835,5	a
Melhoradas	BR106	55,1	b	55,4	b	1118	ab	202,5	c	142,3	ab	813,9	a
Variedades	GI045	53,4	b	79,1	ab	1907	ab	219,8	bc	154,8	ab	814,1	a
Regionais	Palotina	46,9	b	61,7	ab	1417	ab	193,5	c	133,3	b	721,8	a
Coeficiente de variação		29,8		33,8		64,7		19,9		34,4		24,7	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Cu		Fe		Mn		Zn		Na	
----- g ha <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	36,3	bc	1033	c	281,1	c	273,1	abc	701,3	cd
Simplex	DKB950	32,5	c	1051	c	308,7	bc	289,0	ab	770,4	bcd
Híbrido	DKB566	38,7	abc	1291	abc	337,5	bc	282,6	ab	821,6	abcd
Triplos	AG5020	53,6	ab	1681	a	471,1	a	304,3	ab	937,7	ab
Híbridos	AG2040	55,2	a	1681	a	437,8	a	349,3	a	1010,2	a
Duplos	DKB979	46,3	abc	1152	bc	437,8	a	307,3	ab	880,7	abc
Variedades	BRS4157	39,4	abc	1329	abc	355,0	b	254,5	bcd	678,0	cd
Melhoradas	BR106	36,9	bc	1068	c	359,4	b	239,8	bcd	758,7	bcd
Variedades	GI045	40,2	abc	1147	bc	308,0	bc	179,6	d	765,2	bcd
Regionais	Palotina	44,9	abc	1234	bc	329,0	bc	195,1	cd	639,1	d
Coeficiente de variação		28,3		24,3		13,5		21,7		18,5	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Os teores de exportação de macronutrientes avaliadas em cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressos nas tabela 14. Houve diferenças significativas na exportação de todos os nutrientes avaliados tanto na safra de 2005/2006 quanto na safra de 2006/2007, com exceção do nutriente cobre na segunda safra avaliada.

TABELA 14 – Exportação de macronutrientes de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., Rolândia – PR).

(a)

Tratamento		N		P		K		Ca		Mg	
----- kg ha <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	38,84	c	7,0	ab	8,6	abc	0,74	bc	3,2	bc
Simplex	DKB950	39,93	bc	7,0	ab	9,5	abc	0,76	bc	3,2	bc
Híbrido	DKB566	56,51	a	9,1	a	11,6	a	0,98	b	5,1	a
Triplos	AG5020	55,07	ab	8,5	ab	9,5	abc	1,06	b	4,1	ab
Híbridos	AG2040	45,37	abc	7,4	ab	8,2	abc	1,09	b	3,7	bc
Duplos	DKB979	59,17	a	8,7	a	10,5	ab	1,83	a	4,2	ab
Variedades	BRS4157	39,74	bc	6,9	ab	7,9	bc	0,92	b	3,3	bc
Melhoradas	BR106	33,19	c	5,7	b	6,5	c	0,60	bcd	2,6	c
Variedades	GI045	13,12	d	2,3	c	2,7	d	0,21	cd	1,1	d
Regionais	Palotina	4,66	d	0,7	c	0,8	d	0,09	d	0,3	d
Coeficiente de variação		29,5		31,1		31,2		53,8		30,8	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg					
		kg ha <sup>-1</sup>									
Híbrido	AG9010	139,4	ab	38,0	ab	70,8	b	1,09	abcd	8,6	ab
Simple	DKB950	135,4	ab	45,8	a	91,8	a	1,16	abc	10,1	a
Híbrido	DKB566	127,8	b	32,8	b	63,0	b	0,85	bcd	7,5	abc
Triplos	AG5020	146,5	a	35,2	b	66,9	b	1,55	a	9,6	ab
Híbridos	AG2040	149,2	a	37,5	ab	72,1	b	1,26	ab	9,4	ab
Duplos	DKB979	147,8	a	38,0	ab	68,0	b	1,28	ab	7,2	bc
Variedades	BRS4157	98,4	c	22,6	cd	42,7	cd	0,75	bcd	5,1	cd
Melhoradas	BR106	112,4	c	29,7	bc	57,8	bc	1,28	ab	7,8	abc
Variedades	GI045	79,6	d	16,6	d	32,9	d	0,51	d	4,3	d
Regionais	Palotina	78,0	d	17,8	d	35,5	d	0,64	cd	3,9	d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Estes resultados indicam que a variabilidade genética proporciona diferentes respostas quanto a exportação de nutrientes entre as cultivares. Verificou-se uma relação direta entre a exportação de nutrientes e o nível tecnológico das cultivares, dado a elevação do potencial produtivo obtido com potencial genético. De uma maneira geral, os híbridos simples, duplos e triplos obtiveram as maiores exportações de nutrientes, tanto de macro quanto de micronutrientes. Além da variedades regionais, cujo nível tecnológico de melhoramento genético é mais baixo, segue-se as variedades melhoradas, que obtiveram destaque apenas na cultivar BRS4157 na exportação de fósforo e os micronutrientes na primeira safra avaliada e a cultivar BR106 na exportação de cálcio, magnésio, manganês e sódio na segunda safra avaliada.

Estes resultados são indicativos que a capacidade produtiva e o rendimento de grãos, que possui uma relação direta com a quantidade de nutrientes exportado para os grãos, é influenciado pelo nível tecnológico das cultivares. As concentrações de macronutrientes exportados seguiram a ordem crescente:  $N > K > P > Mg > Ca$ , este comportamento foi verificado em ambas as safras e de maneira similar entre híbridos e variedades.

Os teores de exportação de micronutrientes avaliadas em cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos em duas safras agrícolas no período de 2005/2006 e 2006/2007 encontram-se expressos nas tabela 15.

TABELA 15 – Exportação de micronutrientes de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06).

(a)

Tratamento		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na						
----- g ha <sup>-1</sup> -----													
Híbrido	AG9010	7,05	abc	17,90	a	51,32	ab	16,08	abc	89,85	a	159,04	a
Simples	DKB950	7,11	abc	13,77	abc	44,40	ab	10,85	bcd	72,51	ab	95,94	ab
Híbrido	DKB566	10,40	ab	14,56	abc	59,60	ab	23,02	a	101,01	a	103,53	ab
Triplos	AG5020	10,14	ab	13,10	abc	48,19	ab	15,42	abc	87,07	a	83,42	ab
Híbridos	AG2040	14,56	a	21,25	a	65,46	a	23,35	a	86,42	a	101,09	ab
Duplos	DKB979	12,54	ab	15,26	ab	60,51	ab	20,52	ab	93,28	a	101,53	ab
Variedades	BRS4157	7,40	abc	11,11	abcd	63,23	ab	16,50	abc	64,50	ab	82,33	ab
Melhoradas	BR106	5,49	bc	4,55	bcd	29,03	bc	13,35	abc	43,67	bc	53,74	ab
Variedades	GI045	2,43	c	2,68	cd	12,20	c	5,26	cd	19,40	cd	23,35	b
Regionais	Palotina	0,76	c	1,23	d	3,44	c	1,35	d	5,73	d	8,94	b
Coeficiente de variação		67,5		72,6		53,0		54,7		39,3		91,0	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Tratamento		Cu	Fe	Mn	Zn	Na					
----- g ha <sup>-1</sup> -----											
Híbrido	AG9010	10,63	a	348,20	ab	88,49	bc	221,77	abc	421,58	bc
Simples	DKB950	7,28	a	354,21	ab	98,17	abc	233,14	ab	497,06	ab
Híbrido	DKB566	5,66	a	277,98	bc	98,47	abc	204,50	abc	403,52	bcd
Triplos	AG5020	10,43	a	381,32	a	110,85	ab	234,56	ab	524,82	ab
Híbridos	AG2040	9,96	a	352,02	ab	123,00	a	241,17	a	601,59	a
Duplos	DKB979	9,91	a	303,67	ab	96,88	abc	226,93	abc	465,63	abc
Variedades	BRS4157	5,28	a	210,98	cd	70,77	cde	174,93	bc	292,00	cd
Melhoradas	BR106	4,76	a	276,81	bc	82,53	bcd	168,89	c	370,65	bcd
Variedades	GI045	5,96	a	188,82	d	54,85	de	108,71	d	346,93	bcd
Regionais	Palotina	4,23	a	181,29	d	52,56	e	104,34	d	226,80	d
Coeficiente de variação		92,0		22,0		24,6		23,2		30,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Com relação a exportação de micronutrientes e benéfico observou-se a seguinte ordem crescente: Na>Zn>Fe>Mn>Cu>B, exceto o híbrido triplo AG5040 que apresentou ordem inversa quanto a exportação de zinco e sódio e as variedades melhoradas quanto a exportação de boro e cobre, observados na safra 2005/2006 e Na>Fe>Zn>Mn>Cu, exceto os híbridos simples que apresentaram maior exportação de zinco ao sódio, na safra 2006/2007.

Observou-se que o cobre foi o nutriente que não apresentou variação com relação a capacidade de exportação entre as cultivares na segunda safra

avaliada, inferindo que para este elemento não há influência genética. Além disso, a concentração baixou comparando-se as safras.

Entretanto, todos os outros elementos avaliados aumentaram as taxas de exportação na segunda safra avaliada, além de apresentarem de uma maneira geral maiores taxas de exportação entre as cultivares de nível tecnológico genético mais avançado. Em todos os elementos e nas duas safras avaliadas, com exceção no cobre na safra 2006/2007, a variedade regional Palotina apresentou as menores taxas de exportação dos nutrientes e do elemento benéfico para os grãos, comprovando que a especialização genética é capaz de modificar a interação entre a situação nutricional e a capacidade de exportar nutrientes visando melhoria e perpetuação das espécies.

#### **4.5. Relação de imobilização e mineralização de fósforo**

A relação entre carbono e fósforo têm sido utilizada para descrever o equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização nos tecidos das plantas, quando do processo de decomposição. Em geral, relações C/P superiores a 300/1, são condições que levam ao predomínio do processo de imobilização durante a decomposição do resíduo incorporado ao solo.

Os resultados da análise da associadas ao processo mineralização e imobilização de fósforo, dada pela relação entre a concentração do carbono e esse nutriente nos tecidos da planta, indicaram que houve diferença estatística para a maioria das relações, conforme apresenta as tabelas 16, 17 e 18, com exceção da relação carbono/fósforo nos tecidos dos grãos, na primeira safra avaliada.

Pelos resultados pode-se constatar que houve diferença na maioria das relações entre os macronutrientes e o carbono entre as cultivares. Essas verificações são indicativas que existência de variabilidade genética entre as cultivares altera a disponibilidade do fósforo. Na fitomassa seca dos grãos observou que a relação C/P não apresentou diferença estatística na primeira safra e não apresentou diferenças acentuadas na segunda safra avaliada. Na segunda safra os híbridos simples DKB950 diferiu-se das demais cultivares avaliadas que obtiveram maiores relações C/P.

TABELA 16 – Relação Carbono e Fósforo nos tecidos dos grãos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR).

(a)

Cultivares		C/P	
Híbridos Simples	AG9010	140	a
	DKB950	144	a
Híbridos Triplos	DKB566	148	a
	AG5020	139	a
Híbridos Duplos	AG2040	125	a
	DKB979	146	a
Variedades Melhoradas	BRS4157	124	a
	BR106	128	a
Variedades Regionais	GI045	133	a
	Palotina	141	a
Coeficiente de Variação		13,2	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Cultivares		C/P	
Híbridos Simples	AG9010	100	ab
	DKB950	87	b
Híbridos Triplos	DKB566	111	ab
	AG5020	127	a
Híbridos Duplos	AG2040	106	ab
	DKB979	103	ab
Variedades Melhoradas	BRS4157	106	ab
	BR106	102	ab
Variedades Regionais	GI045	125	a
	Palotina	107	ab
Coeficiente de Variação		19,2	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Entretanto, estas relações propicia o predomínio da mineralização do fósforo em todas as cultivares avaliadas, pois materiais que apresentam valores de relação C/P inferiores à 300/1 apresentam equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização.

Quando avaliadas nos tecidos dos grãos, esta relação infere a disponibilidade destes nutrientes nos processos de germinação e desenvolvimento inicial quando utilizado para sementes, na digestibilidade quando utilizado para silagem e na disponibilidade de aminoácidos e proteínas quando utilizado para produção de óleos e produtos industriais a base de soja.

Os resultados apresentados na fitomassa dos grãos indicam que, a mineralização destes nutrientes pode inferir na qualidade da semente



apresentando maior disponibilidade de nitrogênio e, conseqüentemente, maior conteúdo de proteínas e aminoácidos essenciais ao desenvolvimento inicial e maior disponibilidade de fósforo, essencial e insubstituível ao desenvolvimento inicial e de raízes, sendo componente estrutural da fitina, fosfoproteínas e fosfolípídeos (ABDALLA e PROCHNOW, 2008).

Em relação à fitomassa seca das folhas observou-se maiores relações C/P nos híbridos simples AG9010 e DKB950 e o híbrido triplo DKB466 em relação as variedades regionais na primeira safra. Novamente, na segunda safra, as variedades regionais apresentaram menor relação que os híbridos simples, resultado do aumento do teor de C e decréscimo no teor de P. Sugerindo, efeito do melhoramento na relação. Contudo, grande diferença na relação dentro do mesmo nível tecnológico, sob condição de déficit hídrico, primeira safra, indica variabilidade genética.

O efeito das cultivares sobre a relação C/P (Tabela 17) ficou mais evidente no tecido do colmo, tendo os híbridos simples e variedades com maiores e menores relações, respectivamente. As relações C/P encontrada para folha e colmo ficam muito acima do valor 300/1, indica possibilidade de imobilização de fósforo. Contudo, permanecem a grande diversidade para mesmo nível tecnológico.

TABELA 17 – Carbono e Fósforo nos tecidos das folhas de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06).

(a)

<b>Cultivares</b>		<b>C/P</b>	
Híbridos Simples	AG9010	1021	a
	DKB950	954	a
Híbridos Triplo	DKB566	641	b
	AG5020	397	d
Híbridos Duplo	AG2040	471	cd
	DKB979	575	bc
Variedades Melhoradas	BRS4157	516	bcd
	BR106	506	bcd
Variedades Regionais	GI045	392	d
	Palotina	430	cd
Coeficiente de Variação		17,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Cultivares		C/P	
Híbridos Simples	AG9010	592	a
	DKB950	533	ab
Híbridos Triplo	DKB566	404	c
	AG5020	376	c
Híbridos Duplo	AG2040	374	c
	DKB979	407	c
Variedades Melhoradas	BRS4157	374	c
	BR106	426	bc
Variedades Regionais	GI045	362	c
	Palotina	353	c
Coeficiente de Variação		20,3	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

Estas relações também afetam a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais e a liberação destes nutrientes para a cultura subsequente. Zibilske & Materon (2005) avaliaram o tempo de decomposição dos resíduos culturais de milho, através de perdas de massa e propriedades bioquímicas que inferem características quanto ao teor de carbono e nitrogênio, como compostos polifenólicos e verificaram que, a maior perda de massa através da decomposição dos resíduos ocorre principalmente nos primeiros três meses, e a difusão do carbono solúvel dos resíduos no solo pode não ser rápida mas cria um gradiente de concentração no solo.

TABELA 18 – Relação Carbono e Fósforo nos tecidos dos colmos de cultivares de milho na safra 2005/2006 (a) e na safra 2006/2007 (b) (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, safra 2005/06).

(a)

Cultivares		C/P	
Híbridos Simples	AG9010	1200	a
	DKB950	1089	a
Híbridos Triplo	DKB566	727	bc
	AG5020	480	c
Híbridos Duplo	AG2040	525	c
	DKB979	945	ab
Variedades Melhoradas	BRS4157	560	c
	BR106	576	c
Variedades Regionais	GI045	434	c
	Palotina	425	c
Coeficiente de Variação		30,4	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

(b)

Cultivares		C/P	
Híbridos Simples	AG9010	647	a
	DKB950	661	a
Híbridos Triplo	DKB566	514	abc
	AG5020	628	ab
Híbridos Duplo	AG2040	537	abc
	DKB979	406	c
Variedades Melhoradas	BRS4157	458	bc
	BR106	414	c
Variedades Regionais	GI045	353	c
	Palotina	343	c
Coeficiente de Variação		26,7	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ ).

As relações C/P na fração colmo indicaram que o nível tecnológico avaliado influencia na qualidade dos resíduos de colmo, onde as cultivares de maior nível de melhoramento genético apresentaram maiores relações C/P. Este resultado indica que a disponibilidade de fósforo é comprometida a curto prazo entretanto, este nutriente estará disponível e sendo liberado lentamente dos resíduos de colmo que apresentam baixa velocidade de decomposição e liberação lenta de fósforo.

A evolução para obtenção de linhagens nos quais os híbridos simples apresentam-se com maior nível tecnológico quanto à uniformidade e a produtividade e, portanto, uma razão para estes híbridos apresentarem maior potencial de extração e mobilidade de nutrientes (BORÉM, 2005).

A elevada relação, observada em todas as frações avaliadas, pode ser interpretada ainda como uma maior eficiência das plantas melhoradas, pois mais carbono é transformado em matéria orgânica e energia com menos nutrientes.

Elevação das relações com desenvolvimento dos híbridos indica ainda maior possibilidade de imobilização de fósforo, por um período mais longo quando da incorporação dos resíduos no solo. Assim, a adubação das culturas subseqüentes deve seguir as recomendações do solo, mas levando-se em consideração as características de tempo de decomposição e disponibilidade destes nutrientes pelos restos vegetais.

As menores variações nas relações para órgão reprodutivo (grãos) indicam que as mudanças na qualidade das sementes são menores. Tal fato

pode estar associado à capacidade da planta em preservar as sementes para uma perpetuação da espécie, translocando mais ou menos nutrientes dos demais órgãos para os grãos.

Assim, o melhoramento genético da planta de milho proporcionou mudanças nas relações, principalmente dos resíduos, o que poderá afetar o processo de disponibilização as plantas. Ainda, as plantas melhoradas geneticamente mostraram se mais eficiente no uso dos nutrientes absorvidos.

#### **4.6. Comparação entre safras avaliadas**

O rendimento dos grãos foi à característica mais evidente quando comparados as duas safras agrícolas avaliadas. Em razão disto, buscou-se discutir quais razões contribuíram para as reduções da produtividade na safra de 2005/2006.

Avaliando as características químicas dos solos nos primeiros 10 cm de profundidade, embora distintas entre as safras, apresentam semelhantes valores altos quanto aos teores dos elementos, conforme a tabela 3, observada no capítulo material e métodos no item amostragem do solo. Esta semelhança na caracterização química é devido à homogeneidade dos tratos culturais adotados em ambas as safras e as adubações seguiram a recomendação para a cultura e em acordo com a análise de solo, descartando o fator fertilidade como responsável pela grande diferença entre as safras.

Contudo, as relações encontradas entre as safras agrícolas avaliadas quanto à disponibilidade de água para a cultura do milho são marcantes. A safra de 2005/2006 apresentou déficit hídrico expressivo nos três meses iniciais para a cultura do milho, durante as fases de desenvolvimento, emergência de plantas e crescimento vegetativo ao florescimento.

Matzenauer *et al.* (1995) avaliaram a relação entre a disponibilidade de água e o rendimento de grãos para a cultura do milho, em diferentes localidades por um longo período de análises. Verificaram que os efeitos do déficit hídrico são responsáveis por perdas no rendimento econômico da produção de grãos, dependente da duração, intensidade e época de ocorrência, onde o ponto mais crítico engloba a floração e início do enchimento de grãos.

Em razão destes dados pode-se inferir que, as diferenças encontradas com relação ao rendimento dos grãos entre as safras avaliadas, quando comparadas as cultivares estudadas, foram função das condições climáticas adversas à primeira safra em relação à segunda safra, principalmente da disponibilidade de água.

Observando o teor avaliado nos grãos e comparando uma safra com a outra, elementos como fósforo, potássio, cobre, manganês e sódio aumentaram na safra 2006/2007 em relação a safra 2005/2006. Entretanto, os elementos nitrogênio, cálcio, magnésio, ferro e zinco reduziram seus teores nos grãos de um ano para outro. Nas folhas observou-se que os teores de fósforo e ferro aumentaram de um ano para outro. Já no teor avaliado nos colmos, os elementos fósforo, potássio e manganês aumentaram na safra 2006/2007.

O micronutriente cobre apresentou as maiores variações, principalmente no teor dos grãos, cujos aumentos chegaram a 593% na média dos híbridos duplos de uma safra para outra.

Paralelamente, a comparação do estado nutricional das cultivares entre as safras agrícolas, demonstra que a extração de nutrientes, principalmente dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio aumentou na segunda safra avaliada quando as condições de disponibilidade de água foram favoráveis a capacidade de absorção de íons. Em relação a capacidade de exportar nutrientes para os grãos, a safra de 2006/2007 apresentou incrementos para todos os nutrientes avaliados.

Comparando-se a safra 2006/2007 quanto a capacidade de exportação de nutrientes para os grãos, todos elementos apresentaram melhores resultados. Tal fato está associado às condições de desenvolvimento de todas as cultivares, ampliando o rendimento dos grãos e proporcionando incrementos percentuais na exportação dos nutrientes. Esta interação está intimamente ligada a melhoria da nutrição de plantas e capacidade evolutiva das espécies em propiciar melhores condições de desenvolvimento aos descendentes.

Observando a relação indireta de estudo entre a nutrição de plantas e o fornecimento de nutrientes tanto para a nutrição humana tanto para a animal, os produtos desenvolvidos a partir de cultivares com melhor conteúdo nutritivo, acarretará em consumidores beneficiados pelo acréscimo dos nutrientes, quanto as porcentagens de exportação entre safras.

## 5. Conclusões

O incremento genético quando comparado isoladamente não permitiu verificar um influência entre os níveis crescentes de tecnologia das cultivares e a concentração de nutrientes nas frações grãos, folhas e colmo nas safras agrícolas de 2005/2006 e de 2006/2007.

Na fração grãos observou-se uma tendência de decréscimo na absorção do nitrogênio com relação ao aumento nível tecnológico das cultivares. Entretanto, em nenhum outro elemento pode-se constatar tal afirmação. Entre as safras avaliadas os nutrientes nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, ferro e zinco reduziram suas concentrações no tecido dos grãos quando comparados com a safra subsequente.

Na fração folhas e colmos não se observou nenhuma tendência crescente quanto ao nível tecnológico adotado entre as cultivares e as concentrações de nutrientes nestas frações. Na fração folhas observou-se que o fósforo, o ferro e o manganês aumentaram sua concentração enquanto que na fração colmos o carbono, o fósforo, o potássio, o cobre e o manganês aumentaram sua concentração nestes tecidos.

Verificou-se que o rendimento dos grãos e a população de plantas foram maiores quanto maior o nível tecnológico genético das cultivares entretanto, a produção de massa de tecidos foliares, colmos, sabugo e pendão bem como a altura de plantas foram maiores nas cultivares com menor aprimoramento genético.

Observou-se que as variedades com menor nível tecnológico apresentaram maiores extrações de nutrientes, entretanto a capacidade de exportação destes nutrientes para os grãos os híbridos mais especializados geneticamente se destacaram, comprovando a eficiência em uma distribuição direcionada para grãos, melhorando a qualidade nutricional das sementes e dos produtos manufaturados a partir dos grãos a medida que ocorre o avanço genético.

Comparando-se as safras agrícolas, uma vez que a distribuição pluviométrica foi baixa na primeira safra avaliada, comprometendo principalmente o rendimento dos grãos e a absorção de nutrientes tais como o

fósforo, potássio, ferro, manganês e zinco cujo contato com as raízes é altamente dependente da quantidade de água no solo, quando comparadas as mesmas variáveis na segunda safra agrícola.

Observou-se uma forte influência genética com relação a imobilização do fósforo nos tecidos avaliados, com exceção da fração grãos. Esta relação é importante definindo a velocidade de decomposição dos resíduos em cultivares com maior nível genético favorecendo a longo prazo a disponibilidade e ciclagem destes nutrientes na reserva do solo, entretanto as cultivares de menor nível tecnológico apresentaram melhores relações indicativas da qualidade dos resíduos e disponibilidade de fósforo além de uma melhor produção de resíduos favorecendo a cultura subsequente.

## 6. Referências Bibliográficas

ABDALLA, S.R.S. & PROCHNOW, L.I. Uso racional de fósforo na agricultura com ênfase na cultura do milho. In: **Simpósio discute como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho**, Piracicaba, Potáfos, 2008, 32p.

AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. & SÁ, L. M. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 33, nº 1, p. 128-134, 2004.

AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVIANATO, A. & BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 101-108, 1994.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 467p.

ALTMANN, N.; PAVINATO, A. Experiências da SLC agrícola no manejo da fertilidade do solo no cerrado. **Informações Agrônomicas**, v. 94, p. 1-4, 2001.

ALTHAUS, R.A., CANTERI, M.G. & GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. **Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica**, Parte 1, Ponta Grossa, p.280-281, 2001.

ALVES, V. M. C. ; PARENTONI, S. N. ; VASCONCELLOS, C. A. ; PITTA, G. V. E. ; FRANÇA, C. C. M. . Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência a fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, p. 85-92, 2002.

ANDREOTTI, M. ; SOUZA, E. C. A. ; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa . Residual da calagem e do zinco sobre a nutrição e a produção de matéria seca pela cultura do milho. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 8, n. 1, p. 155-170, 1999.

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D. e BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em



razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 35, nº12, p. 2437-2446, 2000.

ANGHINONI, I.; VOLKART, C.R.; FATTORE, N.; RENANI, P.R. Morfologia de raízes e cinética da absorção de nutrientes em diversas espécies de genótipos de plantas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, vol. 13, nº 3, p.355-361, 1989.

ARAÚJO, P.M. & NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, vol. 59, nº 3, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, nº 6, p. 1075-1084, nov./dez. 2001.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. p.100-112.

AZEVEDO NETO, A.D. & TABOSA, J.N. Estresse salina em plântulas de milho: Parte 1 análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 4, nº 2, p. 159-164, 2000.

BARBANO, M. T.; SAWAZAKI, E.; BRUNINI, O.; GALLO, P. B.; PAULO, E. M. Temperatura base e soma térmica para cultivares de milho de pipoca (*Zea mays* L.) no sub-período emergência florescimento masculino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, vol. 11, nº 1, p. 79-84, jan./jun. 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 969p.

BROWN, P. H. & HU, H. Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas. **Informações agrônomicas**, nº 84, p. 1-4, 1998.

BROWN, P. H. & SHELPS, B. J. Boro mobility in plants. **Plant and Soil**, vol. 193, p. 85 – 101, 1997.

CANTÃO, F.R.O. Marcadores morfológicos de raiz de genótipos de milho contrastantes para a tolerância à seca em resposta a estresses de fósforo e

alumínio. 2007.98p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA. 2007.

CECATO, U.; MOREIRA, A.L.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T.; RODRIGUES, A.M. e BARBOSA, M.A.A.F. Caracterização agrônômica e composição química de híbridos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 29, nº 2, p. 21-127, 2007.

COELHO, A. M. e FRANÇA, G.E.. Seja doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Arquivo do agrônomo**, Piracicaba, nº 2, 1995.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007**. Nono Levantamento – Junho/ 2007. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9\\_levantamento\\_jun2007.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9_levantamento_jun2007.pdf). Acesso em 09 de julho de 2008.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994

DECHEN, A. R. & NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos a nutrição de plantas. IN: NOVAIS, R.F. *et al.* **Fertilidade do Solo**, 1ªEd. SBCS, Viçosa, 2007.

DEPARIS, G. A.; LANA, M. C. e FRANDOLOSO, J. F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 29, nº 4, p. 517-525, 2007.

DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. ; RECO, P.C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originarias de clima tropical e introduzidas de clima temperado . **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, vol.2, nº 3, p.1-20, 2003.

DUARTE, A.P.; MASON, S.C.; JACKSON, D.S. e KIEHL, J.C. Grain quality of brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. **Crop Science**, vol. 45, p. 1958-1964, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho**. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/index.php/cpafrr/artigos>> . Acesso em: 18 de agosto de 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2<sup>ª</sup> Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

FANCELLI, A. L. & NETO, D.D. Milho: Fisiologia da Produção. In: **Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba, Potáfos, 1996, 29p.

FANCELLI, A. L. **Milho: nutrição e adubação**. 2<sup>ª</sup> Ed. Piracicaba: ESAL/USP/LPV, 2008, 204 p.

**FAO**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 18 de agosto de 2007.

FEIL, B.; MOSER, S.B.; JAMPATONG, S. e STAMP, P. Mineral composition of the grains of tropical maize varieties as affected by pre-anthesis drought and rate of nitrogen fertilization. **Crop Science**, vol. 45, p. 516-523, 2005.

FERNANDES, C. & MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol. 59, nº 4, p. 781-787, out./dez. 2002.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, M.J.; TEDESCO, M.J. & BISSANI, C.A. Alteração nos atributos químicos e biológicos do solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, vol. 27, nº 4, p. 775-763, 2003.

FERREIRA, G.D.G.; BARRIÈRE, I.; EMILE, J.C. JOBIM, C.C. e LEFÈVE, B. Valor nutritivo de plantas de milho (*Zea mays* L.) sem espigas. **Acta Scientiarum Animal Science**, vol. 27, nº 4, p.433-438, 2005.

FERREIRA, G.D.F.; EMILE, J.C.; BARRIÈRE, Y. e JOBIM, C.C. Caracterização morfoanatômica do colmo de híbridos de milho para avaliar a qualidade de silagem. **Acta Scientiarum Animal Science**, vol. 29, nº 3, p.249-254, 2007.

FIDÉLIS, R.R.; AFFERRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R. & LEMUS, E. A. E. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo em solos naturais do cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, vol. 24, nº 3, p. 39 – 45, 2008.

FURTINI, I. V.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. & FURTINI NETO, A. E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, vol. 36, nº 6, p. 1696 – 1700, 2006.

GARVIN, D. F.; WILECH, R. M.; FINLEY, J.W. Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentrations of US hard red winter whet germoplasma. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 86, n ° 13, p. 2213-2220, 2006.

GIACOMINI, S. J., AITA, C., VENDRUSCOLO, E.R.O; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R.S. & FRIES, M.R.. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, vol. 27, nº 2, p. 325 – 334, 2003.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; PRESTES, A. L.; TRAUTMANN, R. R.; SANTOS, A. L. & ANDREOTTI, M. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho distroférrico. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 28, nº 1. p. 7-12, 2006.

HECKMAN, J.R.; SIMS, J. T.; BEEGLE, D. B.; COALE, F. J.; HERBERT, S. J.; BRUULSEMA, T. W. e BAMKA, W. J. Nutrient removal by corn grain harvest. **Agronomy Journal**, vol. 95, p. 587-591, 2003.

HERNANDEZ, R.J.M. & SILVEIRA, R.I. Efeito da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral de milho (*Zea mays*, L.). **Scientia Agrícola**, vol. 55, p.79-85, 1998.

HIROCE, R. Extração de nutrientes pelo milho aos 65 dias após o plantio e pelas sementes na colheita. **Bragantia**, vol. 38, 1978.

HIROCE, R.; FURLANI, A. M.C. & LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Campinas: Instituto Agronômico. 1989. 24p. (Boletim Científico, 17).

HORN, D.; ERNANI, P.R.; SANGOI, L.; CASSOL, P.C. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, vol. 30, nº 1, p. 77-85, jan./fev. 2006.

HUE, N. V. e EVANS, C. E. Procedures used for soil and plant analysis by the Auburn University soil testing laboratory. Auburn: Department of Agronomy and Soils - Auburn University, 1986. 31 pg.

JAMAMI, N.; BÜLL, L.T.; CORRÊA, J.C. & RODRIGUES, J. D. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 28, nº 1, p. 99 – 105, 2006.

JANSEN, H.H. e KUCEY, R.M.N. Carbon, nitrogen and sulfur mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. **Plant and Soil**, vol. 106, p.35 – 41, 1988.

JAREMTCHUK, A. R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; GONÇALVES, H.C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L. A. e MADEIRA, H. M. F. M. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 28, nº 3, p. 351-357, 2006.

JENKINSON, D.S. & RAYNER, J.H. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. **Soil Science**, vol.1, nº 23, p.298-305, 1977.

JIGGOU, W. & BAKKEN, L.R. Competition for nitrogen during mineralization of plants residues in soil: microbial response to C and N availability. **Soil Biology and Biochemistry**, vol. 29, p. 163-170, 1997.

LAVRES JUNIOR, J.; MORAES, M.F.; CABRAL, C. P. & MALAVOLTA, E. Influência genotípica na absorção e na toxidez de manganês em soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, nº 1, p. 173-181, 2008.

LEAL, R. M.; FRANCO, C. F.; BRAGHIROLI, L. F.; ARTUR, A. G.; SABONARO, D. Z.; BETTINI, M. & PRADO, R. M. Efeito da aplicação de zinco em sementes sobre a nutrição e a produção de massa seca de plantas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 29, nº 4, p. 491 – 496, 2007.

LOZADA, B. I. & ANGELOCCI, L. R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. vol. 7, nº 1, p. 37 – 43, 1999.

MAACK, R. **Geografia física do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olímpio Editora, 1981. P.175-189: Classificação do clima do Estado do Paraná.

MACHADO, C. T. T.; GUERRA, J. G. M. ALMEIDA, D. L. e MACHADO, A. T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência e uso de fósforo. **Bragantia**, vol. 58, nº1, 1999.

MAGILL, A.H. & ABER, J.D. Variation in soil net mineralization rates with dissolved organic carbon additions. **Soil Biology & Biochemistry**, vol. 32, p.597-601, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 Ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997.

MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J. M. S.; MEDICI, L.; BISON, O.; PEREIRA, M. B. & SANTOS JUNIOR, U.M. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 25, nº 2, 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTENS, D.A. Plant residue biochemistry regulates soil C cycling and C sequestration. **Soil Biol. & Biochemistry**, vol. 32, p. 361-369. 2000.

a) MARTIN, K. L. ; HODGEN, P.J. ; FREEMAN, K.W. ; MELCHIORI, R. ; ARNALL, D.B. ; TEAL, R.K. ; MULLEN, R.W. ; DESTA, K. ; PHILLIPS, S.B. ; SOLIE, J.B. ; STONE, M. L. ; CAVIGLIA, O. ; SOLARI, F. ; BIANCHINI, A. ; FRANCIS, D.D. ; SCHEPERS, J.L. ; HATFIELD, J.L. & RAUN, W.R. Plant-to-plant variability in corn production. **Agronomy Journal**, vol. 97, p. 1603-1622, 2005.

b) MARTIN, T. N. ; STORCK, L. ; LÚCIO, A.D. ; LORENTZ, L. H. Plano amostral em parcelas de milho para avaliação de atributos de espigas. **Ciência Rural**, vol. 35, nº 6, p. 1257 – 1262, 2005.

MARTINS, A.L.C.; BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, O. A. & CANTARELLA, H. Produção de grãos e absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo milho em solo adubado com lodo de esgoto, com e sem calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 27, p. 563-574, 2003.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, vol. 8, nº 1, p. 1-17, 2007.

MASSEY, H.F., LOEFFEL, F.A. Variation of zinc content of grain from inbred lines of corn. **Agronomy Journal**, Madison, vol. 58, nº 2, p. 143-144, 1966.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; RIBOLDI, J. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, vol.3, p. 85-92, 1995.

MELO, R.; NÖRENBERG, J.L. & ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, vol. 10, nº 1, p. 87-95, 2004.

MENGEL, K & KIRKBY, A.E. **Principles of plant nutrition**. 4<sup>th</sup> Ed. Bern: International Potash Institute, 1987, 687 p.

MULLINS, G.L.; MARTENS, D.C.; MILLER, W.P.; KORNEGAY, E.T. & HALLOCK, D.L. Copper availability, form, and mobility in soils from three annual copper-enriched hog manure applications. **Journal Environment Quality**, vol. 11, nº 2, p.316-320, 1982.

NEELY, C.L.; BEARE, M.H.; HARGROVE, W.L.P. Relationships between fungal and bacterial substrate-induced respiration, biomass and plant residue decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, vol. 23, nº 10, p.947-954, 1991.

PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. 2ed. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica e Agropecuária, 2004. 86p.

PAYNE, G.G.; MARTENS, D.C.; WINARKO, C. & PERERA, N.F. Form and availability of copper and zinc following long-term copper sulfate and zinc sulfate applications. **Journal Environment Quality**, vol. 17, n 4, p. 707-711, 1988.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L. R. & SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia – Fundamentos e Aplicações Práticas**. 1º Ed. Editora Guaíba RS: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2002. vol.1. 478p.

RAIJ, B. van., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1997. 285 p

RASHID, A. & FOX, R.L. Evaluating internal zinc requirements of grain crops by seed analysis. **Agronomy Journal**, vol. 84, p. 469-474, 1992.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Editora Manole, 2004. 478p.

REINERTSEN, S.A.; ELLIOT, L.F.; COCHRAN, V.L.; CAMPBELL, G.S. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, vol.16, nº 5, p.459-464, 1984.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.12, p.1443-1448, dez. 1984.

SÁ, J.C.M.; CARDOSO, E.G.; SANTOS, J.B. dos; OLIVEIRA, A. F.; FERREIRA, C.F.; MASSINHAN, A.; SIUTA Jr, D.; SÁ, M.F.M. Manejo de fertilizantes nitrogenados em sistemas de produção envolvendo os cultivos de soja/trigo e soja/milho no sistema plantio direto. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. & VITTI, G.C. **Anais do Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007, 722p.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M.L.; KONFLANZ, V.A. Nitrogen fertilization impact on agronomic traits of maize hybrids released at different decades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 36, nº5, p. 757-764, 2001.

SANTOS, J. B.; SÁ, J. C. M.; CARDOSO, E.; PAVEI, M.; FERREIRA, C.F.; MASSINHAN, A.; SIUTA, D. Taxas de seqüestro de carbono afetados por sistemas de manejo do solo em experimento de longa duração. **Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Gramado- RS, 2007.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Estimativa de safra – Acompanhamento de situação de plantio e colheita do Paraná. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/>. Acessado em: 09 de julho de 2008.



SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; COSER, R.P.S.; RAMBO, L.; ARGENTA, FORSTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. Grain yield and crude protein content increase of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, vol. 62, nº 5, p. 487-492, 2005.

STRECK, N.A. & ALBERTO, C.M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agro ecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.36, nº 2, p.424-433, mar-abr, 2006.

VASCONCELOS, C. A.; VIANA, M. C. M. e FERREIRA, J.J. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 33, n 11º, 1998.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; MOLIN, J. P.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P.A.; MASCARIN, L. S.; FAULIN, G. C. e DETOMINI, E. R. População de plantas e alguns atributos do solo relacionados ao rendimento de grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 28, nº 4, p. 483-492, 2006.

ZIBILSKE, L. M. & MATERON, L.A. Biochemical properties of decomposing cotton and corn stem and root residues. **Soil Science Society of American Journal**, vol. 69, p. 378 – 386, 2005.

## **ANEXOS**

Anexo A. Análise de variância do estande de colheita, produtividade e inserção da espiga em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Estande de Colheita safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	234062500	58515625	7,043887147	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	354375000	39375000	4,739811912	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	299062500	8307291,667				
Total	49	887500000					
C.V. (%)	5,735795557						

Estande de Colheita safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	81062500	20265625	1,194413179	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	417000000	46333333,33	2,730788908	2,15260764	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	610812500	16967013,89				
Total	49	1108875000					
C.V. (%)	7,309855421						

Produtividade safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1190612,68	297653,17	0,778551513	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	41761945,4	4640216,153	12,13710342	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	13763397,7	382316,6033				
Total	49	56715955,8					
C.V. (%)	30,14154173						

Produtividade safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	325940,6436	81485,1609	0,181506675	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	192778838,7	21419870,97	47,71236271	2,15260764	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	16161751,61	448937,5448				
Total	49	209266531					
C.V. (%)	8,603186917						

Inserção da espiga safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	743	185,75	1,597086219	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	21788	2420,888889	20,81490327	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	4187	116,3055556				
Total	49	26718					
C.V. (%)	7,941461963						

Inserção da espiga safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1958	489,5	1,597353154	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	25830,5	2870,055556	9,365663524	2,15260764	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	11032	306,4444444				
Total	49	38820,5					
C.V. (%)	12,9383257						

Anexo B. Análise de variância da altura de plantas, da porcentagem de massa seca de folhas e massa seca de colmo em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Altura de Plantas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	7213	1803,25	8,315229922	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	17358	1928,666667	8,893557064	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	7807	216,8611111				
Total	49	32378					
C.V. (%)	5,86234272						

Altura de Plantas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	962	240,5	0,544596805	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	32744,5	3638,277778	8,238646371	2,15260764	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	15898	441,6111111				
Total	49	49604,5					
C.V. (%)	8,504469942						

Porcentagem de Massa seca de Folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	79,88	19,97	4,558204	2,633516	3,890221	significativo (1%)
Tratamentos	9	216,08	24,008889	5,480091	2,152608	2,946086	significativo (1%)
Resíduo	36	157,72	4,3811111				
Total	49	453,68					
C.V. (%)	7,729359						

Porcentagem de Massa seca de Folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	30,08	7,52	3,939464494	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	111,38	12,37555556	6,483119907	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	68,72	1,908888889				
Total	49	210,18					
C.V. (%)	8,333084751						

Porcentagem de Massa seca de Colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	69,92	17,48	2,237201365	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1743,6	193,7355556	24,79550626	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	281,28	7,813333333				
Total	49	2094,8					
C.V. (%)	6,998582972						

Porcentagem de Massa seca de Colmo safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	59,32	14,83	2,067059006	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1306	145,1133333	20,22642094	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	258,28	7,174444444				
Total	49	1623,6					
C.V. (%)	10,82665862						

Anexo C. Análise de variância da porcentagem de massa seca de sabugo, massa seca de brácteas e massa seca de pendão em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Porcentagem de Massa seca de Sabugo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	4,88	1,22	1,078585462	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	197,38	21,931111111	19,38899804	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	40,72	1,131111111				
Total	49	242,98					
C.V. (%)	17,66672883						

Porcentagem de Massa seca de Sabugo safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	3,68	0,92	1,598455598	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	74,08	8,231111111	14,3011583	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	20,72	0,575555556				
Total	49	98,48					
C.V. (%)	10,0884811						

Porcentagem de Massa seca de Brácteas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	9	2,25	1,310679612	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	249,7	27,744444444	16,1618123	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	61,8	1,716666667				
Total	49	320,5					
C.V. (%)	12,02033273						

Porcentagem de Massa seca de Brácteas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,48	0,37	0,249812453	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	126,58	14,064444444	9,495873968	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	53,32	1,481111111				
Total	49	181,38					
C.V. (%)	13,25717957						

Porcentagem de Massa seca de Pendão safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,88	0,22	2,25	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1,28	0,142222222	1,454545455	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	3,52	0,097777778				
Total	49	5,68					
C.V. (%)	33,98852						

Porcentagem de Massa seca de Pendão safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,88	0,22	2,538461538	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	8,48	0,942222222	10,87179487	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	3,12	0,086666667				
Total	49	12,48					
C.V. (%)	56,61385171						

Anexo D. Análise de variância da porcentagem de massa seca total e da massa seca dos grãos em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Porcentagem de Massa seca Total safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	30,936	7,73387643	0,38905811	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2568,5	285,3846681	14,35647708	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	715,62	19,87846089				
Total	49	3315					
C.V. (%)	5,260678118						
Porcentagem de Massa seca Total safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	18,92	4,73	0,858785556	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2777,1	308,5688889	56,02420819	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	198,28	5,507777778				
Total	49	2994,3					
C.V. (%)	4,00762555						
Porcentagem da Massa seca dos Grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	32,2	8,05	0,402835696	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2608,9	289,8777778	14,5059772	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	719,4	19,98333333				
Total	49	3360,5					
C.V. (%)	29,21746521						
Porcentagem de Massa seca dos Grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	18,92	4,73	0,858785556	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2777,1	308,5688889	56,02420819	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	198,28	5,507777778				
Total	49	2994,3					
C.V. (%)	5,663285526						

Anexo E. Análise de variância da concentração de Nitrogênio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Nitrogênio na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	5,086108	1,271527	1,27708188	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	112,457848	12,495316	12,54990435	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	35,843412	0,9956503				
Total	49	153,387368					
C.V. (%)	5,218956						

Nitrogênio na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	6,635128	1,658782	2,369095169	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	47,398488	5,266498667	7,521685521	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	25,206312	0,700175333				
Total	49	79,239928					
C.V. (%)	7,619975974						

Nitrogênio na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,042708	0,260677	0,086691296	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	261,704258	29,07825089	9,670324813	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	108,250452	3,006957				
Total	49	370,997418					
C.V. (%)	12,71695066						

Nitrogênio na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	4,093952	1,023488	3,562364836	2,6335165	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	38,214912	4,246101333	14,77903217	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	10,343008	0,287305778				
Total	49	52,651872					
C.V. (%)	3,396418113						

Nitrogênio na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	7,08766	1,771915	0,916616541	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	58,43185	6,492427778	3,358550885	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	69,59174	1,933103889				
Total	49	135,11125					
C.V. (%)	14,04546989						

Nitrogênio na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	11,313548	2,828387	0,766448084	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	122,128968	13,56988533	3,677224019	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	132,849092	3,690252556				
Total	49	266,291608					
C.V. (%)	23,20836766						

Anexo F. Análise de variância da concentração de Fósforo em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Fósforo na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,34328	0,33582	1,746091719	2,633516497	3,89022	não significativo
Tratamentos	9	2,38976	0,265528889	1,380614002	2,152607641	2,946085	não significativo
Resíduo	36	6,92376	0,192326667				
Total	49	10,6568					
C.V. (%)	14,02016123						

Fósforo na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,059252	0,014813	1,546654756	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2,422322	0,269146889	28,10216133	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	0,344788	0,009577444				
Total	49	2,826362					
C.V. (%)	12,04336927						

Fósforo na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,033788	0,008447	0,823981444	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2,269528	0,252169778	24,59846309	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	0,369052	0,010251444				
Total	49	2,672368					
C.V. (%)	14,07806132						

Fósforo na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	4,43674	1,109185	2,113845059	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	9,63785	1,070872222	2,040829939	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	18,89006	0,524723889				
Total	49	32,96465					
C.V. (%)	18,15939527						

Fósforo na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,220612	0,055153	1,574265716	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1,023642	0,113738	3,2464931	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	1,261228	0,035034111				
Total	49	2,505482					
C.V. (%)	17,32130418						

Fósforo na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,899732	0,224933	3,028190757	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	2,984752	0,331639111	4,464736125	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	2,674068	0,074279667				
Total	49	6,558552					
C.V. (%)	26,88861119						



Anexo G. Análise de variância da concentração de Potássio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Potássio na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,99032	0,24758	1,590790319	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1,77468	0,197186667	1,266995074	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	5,6028	0,155633333				
Total	49	8,3678					
C.V. (%)	10,54823283						

Potássio na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	19,490772	4,872693	3,403099602	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	187,58807	20,84311911	14,55688063	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	51,546228	1,431839667				
Total	49	258,62507					
C.V. (%)	9,406010489						

Potássio na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	150,44164	37,61041	3,530908911	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	673,58864	74,84318222	7,02636475	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	383,46352	10,65176444				
Total	49	1207,4938					
C.V. (%)	15,12374467						

Potássio na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	16,597288	4,149322	2,11295861	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	46,033568	5,114840889	2,604629646	2,1526076	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	70,694992	1,963749778				
Total	49	133,325848					
C.V. (%)	18,23519892						

Potássio na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	6,320732	1,580183	1,525744929	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	66,283002	7,364778	7,111057827	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	37,284468	1,035679667				
Total	49	109,888202					
C.V. (%)	19,20664856						

Potássio na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	122,183712	30,545928	0,591908712	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	837,679162	93,07546244	1,803584985	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1857,809128	51,60580911				
Total	49	2817,672002					
C.V. (%)	25,14550358						

Anexo H. Análise de variância da concentração de Cálcio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Cálcio na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,135748	0,033937	1,015797368	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	0,605738	0,067304222	2,01454023	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1,202732	0,033409222				
Total	49	1,944218					
C.V. (%)		46,18036836					

Cálcio na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,687732	0,421933	4,691637108	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	8,728112	0,969790222	10,78347461	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	3,237588	0,089933				
Total	49	13,653432					
C.V. (%)		8,936950547					

Cálcio na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,3203	0,080075	2,452985926	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	0,64877	0,072085556	2,20824044	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	1,17518	0,032643889				
Total	49	2,14425					
C.V. (%)		14,77319698					

Cálcio na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,135132	0,033783	17,53746323	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	0,021792	0,002421333	1,256964873	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	0,069348	0,001926333				
Total	49	0,226272					
C.V. (%)		33,35107451					

Cálcio na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	46,382048	11,595512	4,582751873	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	59,466688	6,607409778	2,611365461	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	91,089032	2,530250889				
Total	49	196,937768					
C.V. (%)		60,9267748					

Cálcio na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,5291	0,132275	3,77132403	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	0,58504	0,065004444	1,853357198	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1,26266	0,035073889				
Total	49	2,3768					
C.V. (%)		27,78638599					

Anexo I. Análise de variância da concentração de Magnésio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Magnésio na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,366008	0,091502	3,157443121	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	0,864688	0,096076444	3,315292656	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	1,043272	0,028979778				
Total	49	2,273968					
C.V. (%)	11,4190018						

Magnésio na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,825468	0,456367	6,73744757	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	7,175448	0,797272	11,77030394	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	2,438492	0,067735889				
Total	49	11,439408					
C.V. (%)	12,83845667						

Magnésio na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,874232	0,218558	3,298037296	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	1,532592	0,170288	2,569643642	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	2,385688	0,066269111				
Total	49	4,792512					
C.V. (%)	16,47643853						

Magnésio na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,801012	0,200253	4,145671981	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	0,512202	0,056911333	1,178188192	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1,738948	0,048304111				
Total	49	3,052162					
C.V. (%)	23,44591025						

Magnésio na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1,67346	0,418365	3,36608424	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	2,21681	0,246312222	1,981780716	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	4,47438	0,124288333				
Total	49	8,36465					
C.V. (%)	25,05653911						

Magnésio na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,581692	0,145423	4,396440004	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	0,552392	0,061376889	1,855551114	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1,190788	0,033077444				
Total	49	2,324872					
C.V. (%)	19,31521401						

Anexo J. Análise de variância da concentração de Boro em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná na safra de 2005/2006.

Boro na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	31,235452	7,808863	2,362065076	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	39,469602	4,385511333	1,326552042	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	119,014108	3,305947444				
Total	49	189,719162					
C.V. (%)	48,64950114						

Boro na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	37,512172	9,378043	2,190067381	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	80,165152	8,907239111	2,080119896	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	154,15487	4,282079667				
Total	49	271,83219					
C.V. (%)	21,17946704						

Boro na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	28,388712	7,097178	1,738708829	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	44,152122	4,905791333	1,201849905	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	146,947208	4,081866889				
Total	49	219,488042					
C.V. (%)	29,08922537						

Anexo L. Análise de variância da concentração de Cobre em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Cobre na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	156,021028	39,005257	3,62644604	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	163,175378	18,13059756	1,685660825	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	387,208092	10,75578033				
Total	49	706,404498					
C.V. (%)	58,88183842						

Cobre na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	79,411112	19,852778	1,710522435	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	77,972322	8,663591333	0,74645812	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	417,82557	11,60626578				
Total	49	575,209					
C.V. (%)	40,75798575						

Cobre na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	129,227808	32,306952	1,633957211	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	217,371738	24,15241533	1,221533161	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	711,799712	19,77221422				
Total	49	1058,39926					
C.V. (%)	39,08133208						

Cobre na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2,846968	0,711742	1,055468428	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1,822528	0,202503111	0,300299323	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	24,276152	0,674337556				
Total	49	28,945648					
C.V. (%)	86,87902946						

Cobre na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	46,705808	11,676452	7,310190533	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	20,732288	2,303587556	1,44219014	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	57,502232	1,597284222				
Total	49	124,940328					
C.V. (%)	22,73579015						

Cobre na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	68,970392	17,242598	7,018886445	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	8,960472	0,995608	0,405278804	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	88,437608	2,456600222				
Total	49	166,368472					
C.V. (%)	31,08843482						

Anexo M. Análise de variância da concentração de Ferro em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Ferro na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	652,6071	163,151775	1,274362147	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	1515,8396	168,4266222	1,31556345	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	4608,9441	128,026225				
Total	49	6777,3908					
C.V. (%)	53,61988168						

Ferro na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	28472,633	7118,158347	1,725907358	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	18251,373	2027,930281	0,491702997	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	148474,77	4124,299206				
Total	49	195198,78					
C.V. (%)	36,62822532						

Ferro na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	303899,177	75974,79436	1,797209293	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	573223,52	63691,50217	1,506643889	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1521855,36	42273,76001				
Total	49	2398978,06					
C.V. (%)	92,97894852						

Ferro na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	4779,654948	1194,913737	26,13723355	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	338,493248	37,61036089	0,822679292	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1645,809012	45,716917				
Total	49	6763,957208					
C.V. (%)	18,14038286						

Ferro na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	61479,32095	15369,83024	2,085651568	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	119916,0141	13324,00157	1,808037195	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	265295,4583	7369,318287				
Total	49	446690,7934					
C.V. (%)	43,75796898						

Ferro na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	14805,57496	3701,39374	3,733331051	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	17047,27401	1894,141557	1,910485073	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	35692,03288	991,4453578				
Total	49	67544,88185					
C.V. (%)	27,99237704						

Anexo N. Análise de variância da concentração de Zinco em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Zinco na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	234,608972	58,652243	1,990401841	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	614,192592	68,24362133	2,315891475	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	1060,83139	29,46753856				
Total	49	1909,63295					
C.V. (%)	17,24747441						

Zinco na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	752,39763	188,099408	6,706999884	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	224,02576	24,89175133	0,887557144	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1009,6286	28,045238				
Total	49	1986,052					
C.V. (%)	25,37822386						

Zinco na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	228,725632	57,181408	0,638941952	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	950,042242	105,5602491	1,179524499	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	3221,78045	89,49390133				
Total	49	4400,54832					
C.V. (%)	49,41714447						

Zinco na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1154,983108	288,745777	6,397035754	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	282,376538	31,37517089	0,695103118	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1624,947612	45,13743367				
Total	49	3062,307258					
C.V. (%)	27,34162926						

Zinco na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	926,034288	231,508572	6,415980514	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	227,959968	25,32888533	0,701959471	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1298,992192	36,08311644				
Total	49	2452,986448					
C.V. (%)	48,50237692						

Zinco na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	368,945428	92,236357	12,68689557	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	63,684938	7,076104222	0,973301616	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	261,727452	7,270207				
Total	49	694,357818					
C.V. (%)	25,69354632						

Anexo O. Análise de variância da concentração de Manganês em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Manganês na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	55,80956	13,95239	2,544688773	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	128,00165	14,22240556	2,593935214	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	197,38604	5,482945556				
Total	49	381,19725					
C.V. (%)	33,01239302						

Manganês na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1251,2995	312,824887	2,370417928	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3801,5923	422,3991442	3,20071243	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	4750,9327	131,9703514				
Total	49	9803,8245					
C.V. (%)	17,26979776						

Manganês na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	142,946528	35,736632	1,029824994	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	763,599458	84,84438422	2,444966484	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	1249,25959	34,70165533				
Total	49	2155,80558					
C.V. (%)	41,5542324						

Manganês na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	139,37734	34,844335	6,239445957	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	42,87765	4,764183333	0,853104656	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	201,04286	5,584523889				
Total	49	383,29785					
C.V. (%)	20,80063133						

Manganês na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	945,488348	236,372087	2,67606791	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	3539,505338	393,2783709	4,452470007	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	3179,812852	88,32813478				
Total	49	7664,806538					
C.V. (%)	13,09835417						

Manganês na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	160,97174	40,242935	9,714830465	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	32,38064	3,597848889	0,868537347	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	149,12722	4,142422778				
Total	49	342,4796					
C.V. (%)	10,62151275						



Anexo P. Análise de variância da concentração de Sódio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Sódio na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	7096,74499	1774,186247	3,369100635	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	3179,63316	353,2925733	0,670886856	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	18957,7908	526,6052988				
Total	49	29234,1689					
C.V. (%)	60,04489792						

Sódio na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	34182,4	8545,600017	18,53868752	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	3120,2591	346,6954598	0,752115566	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	16594,573	460,960357				
Total	49	53897,232					
C.V. (%)	22,17108129						

Sódio na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	9075,91846	2268,979615	2,401893374	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3771,42192	419,04688	0,44359408	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	34007,8652	944,6629228				
Total	49	46855,2056					
C.V. (%)	23,57513059						

Sódio na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2551,268232	637,817058	1,599915676	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3179,616482	353,2907202	0,886202955	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	14351,64017	398,6566713				
Total	49	20082,52488					
C.V. (%)	36,90685764						

Sódio na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	688,321392	172,080348	0,992773369	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	717,574312	79,73047911	0,459984521	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	6239,986608	173,3329613				
Total	49	7645,882312					
C.V. (%)	27,43838917						

Sódio na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2863,960052	715,990013	7,028819388	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	970,663882	107,8515424	1,058770372	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	3667,136548	101,8649041				
Total	49	7501,760482					
C.V. (%)	15,75018723						

Anexo Q. Análise de variância da relação C/P em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos nas frações avaliadas grãos, folhas e colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Relação C/P na fração grãos safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1771,39633	442,849083	1,355179578	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3384,17848	376,0198313	1,150672805	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	11764,173	326,782583				
Total	49	16919,7478					
C.V. (%)	13,20738206						

Relação C/P na fração folhas safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	44367,8492	11091,9623	1,046392252	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2248623,58	249847,0648	23,57004339	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	381607,033	10600,19537				
Total	49	2674598,47					
C.V. (%)	17,44070918						

Relação C/P na fração colmo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	164800,549	41200,13714	0,919780312	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3612354,45	401372,7166	8,960521691	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	1612564,35	44793,45405				
Total	49	5389719,34					
C.V. (%)	30,40885259						

Relação C/P na fração grãos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2539,811588	634,952897	1,49803276	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	6335,386658	703,9318509	1,660773544	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	15258,88145	423,8578181				
Total	49	24134,0797					
C.V. (%)	19,17996008						

Relação C/P na fração folhas safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	70167,51149	17541,87787	2,407509893	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	284834,9279	31648,32532	4,34352906	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	262307,3763	7286,316009				
Total	49	617309,8157					
C.V. (%)	20,32152617						

Relação C/P na fração colmos safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	210952,9641	52738,24102	3,003502817	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	646956,7743	71884,08604	4,093880469	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	632120,8244	17558,91179				
Total	49	1490030,563					
C.V. (%)	26,70794847						

Anexo R. Análise de variância da extração parcial de Nitrogênio e Fósforo em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Extração de Nitrogênio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	436,469757	109,1174392	0,656919102	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	9350,09756	1038,899729	6,254482166	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	5979,77406	166,1048351				
Total	49	15766,3414					
C.V. (%)	10,89837615						

Extração de Nitrogênio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	757,139592	189,284898	0,524510162	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	22368,77475	2485,419417	6,887119649	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	12991,65741	360,8793724				
Total	49	36117,57175					
C.V. (%)	10,51095387						

Extração de Fósforo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	12,5890861	3,147271535	0,825901067	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	248,318834	27,59098152	7,240373388	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	137,185651	3,81071252				
Total	49	398,093571					
C.V. (%)	17,60217399						

Extração de Fósforo safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	279,22482	69,806205	1,191854546	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	3046,65705	338,51745	5,779766452	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	2108,49838	58,56939944				
Total	49	5434,38025					
C.V. (%)	19,93972202						

Anexo S. Análise de variância da extração parcial de Potássio, Cálcio e Magnésio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Extração de Potássio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2964,18363	741,0459075	4,504410729	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	11977,8583	1330,873147	8,089646297	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	5922,56219	164,5156164				
Total	49	20864,6041					
C.V. (%)	10,47970582						
Extração de Potássio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	6327,484272	1581,871068	0,929533968	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	16251,19952	1805,688836	1,061053042	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	61264,41897	1701,789416				
Total	49	83843,10276					
C.V. (%)	21,99881529						
Extração de Cálcio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	24,8806656	6,220166406	3,548681749	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	128,240634	14,24895931	8,12920725	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	63,1011757	1,752810436				
Total	49	216,222475					
C.V. (%)	9,668179701						
Extração de Cálcio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	147,631772	36,907943	1,621829907	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	911,300282	101,2555869	4,449430818	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	819,251108	22,75697522				
Total	49	1878,183162					
C.V. (%)	44,38680195						
Extração de Magnésio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	52,3220421	13,08051053	5,275740774	2,633516497	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	127,717193	14,19079918	5,723551666	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	89,2573004	2,479369456				
Total	49	269,296535					
C.V. (%)	11,19304348						
Extração de Magnésio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	44,651068	11,162767	1,81181125	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	341,100088	37,90000978	6,1514913	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	221,799932	6,161109222				
Total	49	607,551088					
C.V. (%)	16,82454097						

Anexo T. Análise de variância da extração parcial de Boro, Cobre e Ferro em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná na safra de 2005/2006 e safra 2006/2007 (exceção do Boro).

Extração do Boro safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	2455,50301	613,8757531	2,012552707	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	4401,1447	489,0160782	1,603208185	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	10980,8439	305,0234417				
Total	49	17837,4916					
C.V. (%)	29,84357199						

Extração do Cobre safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	7485,9879	1871,496975	2,835796322	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	7177,00406	797,4448955	1,208332865	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	23758,3675	659,9546518				
Total	49	38421,3594					
C.V. (%)							

Extração do Cobre safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1192,58504	298,14626	2,068041854	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2519,3572	279,9285778	1,941677937	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	5190,06196	144,1683878				
Total	49	8902,0042					
C.V. (%)	28,32644642						

Extração do Ferro safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	5816765,87	1454191,468	1,963230153	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	8533700,1	948188,9005	1,280101748	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	26665693,1	740713,6986				
Total	49	41016159,1					
C.V. (%)	64,72763812						

Extração do Ferro safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1250660,723	312665,1807	3,36670322	2,6335165	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	2134658,831	237184,3146	2,553943467	2,1526076	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	3343314,148	92869,83743				
Total	49	6728633,702					
C.V. (%)	24,30349267						

Anexo U. Análise de variância da extração parcial de Zinco, Manganês e Sódio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Extração de Zinco safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	26804,0006	6701,000156	1,544760349	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	61395,5637	6821,729301	1,572591657	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	156164,033	4337,889795				
Total	49	244363,597					
C.V. (%)	34,3990856						

Extração de Zinco safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	63968,08969	15992,02242	4,756020331	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	121284,5316	13476,05907	4,007773952	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	121049,2738	3362,479828				
Total	49	306301,8951					
C.V. (%)	21,68084475						

Extração de Manganês safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	13965,4313	3491,357817	1,638337989	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	56061,9911	6229,11012	2,923042634	2,152607641	2,946085889	significativo (5%)
Resíduo	36	76717,3088	2131,036355				
Total	49	146744,731					
C.V. (%)	19,95902807						

Extração de Manganês safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	17580,02568	4395,00642	1,900235942	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	156014,4906	17334,9434	7,49497938	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	83263,4662	2312,874061				
Total	49	256857,9825					
C.V. (%)	13,54549993						

Extração de Sódio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	380555,564	95138,89097	2,295611855	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	169813,757	18868,19519	0,455271783	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1491976,99	41443,80539				
Total	49	2042346,31					
C.V. (%)	24,72067653						

Extração de Sódio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	206519,3396	51629,8349	2,377000818	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	621531,4086	69059,0454	3,179429254	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	781940,8568	21720,57935				
Total	49	1609991,605					
C.V. (%)	18,50839689						

Anexo V. Análise de variância da exportação total de Nitrogênio e Fósforo em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos colmo na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Exportação de Nitrogênio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	363,786472	90,946618	0,705186597	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	14473,8928	1608,210306	12,46982436	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	4642,85377	128,9681602				
Total	49	19480,533					
C.V. (%)	29,45097804						
Exportação de Nitrogênio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	286,059848	71,514962	0,535176924	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	34514,09201	3834,899112	28,69818361	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	4810,630872	133,6286353				
Total	49	39610,78273					
C.V. (%)	9,517265813						
Exportação de Fósforo safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	16,541888	4,135472	1,069995568	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	345,047498	38,33861089	9,919579613	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	139,137952	3,864943111				
Total	49	500,727338					
C.V. (%)	31,09788125						
Exportação de Fósforo safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	293,240968	73,310242	1,356684249	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	4163,215888	462,5795431	8,560528009	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	1945,307992	54,03633311				
Total	49	6401,764848					
C.V. (%)	23,42167954						

Anexo W. Análise de variância da exportação total de Potássio, Cálcio e Magnésio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Exportação de Potássio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	17,584732	4,396183	0,788038843	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	521,654752	57,96163911	10,38992759	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	200,830948	5,578637444				
Total	49	740,070432					
C.V. (%)		31,2240751					

Exportação de Potássio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	1237,71448	309,42862	1,596849091	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	15166,16904	1685,129893	8,696345343	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	6975,88168	193,7744911				
Total	49	23379,7652					
C.V. (%)		23,14185834					

Exportação de Cálcio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	0,785828	0,196457	1,005510619	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	10,715938	1,190659778	6,094061554	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	7,033692	0,195380333				
Total	49	18,535458					
C.V. (%)		53,76045685					

Exportação de Cálcio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	9,35594	2,338985	13,49072831	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	5,04808	0,560897778	3,235129567	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	6,24158	0,173377222				
Total	49	20,6456					
C.V. (%)		40,19168971					

Exportação de Magnésio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	3,699548	0,924887	1,03418508	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	93,927888	10,436432	11,66975237	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	32,195332	0,894314778				
Total	49	129,822768					
C.V. (%)		30,81200886					

Exportação de Magnésio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	43,250532	10,812633	2,894690514	2,6335165	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	222,188872	24,68765244	6,609223982	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	134,471988	3,735333				
Total	49	399,911392					
C.V. (%)		26,33251076					



Anexo X. Análise de variância da exportação total de Boro, Cobre e Ferro em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná na safra de 2005/2006 e na safra 2006/2007 (exceção do Boro).

Exportação de Boro safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	212,163888	53,040972	1,918111496	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	825,715778	91,74619756	3,317801873	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	995,497392	27,65270533				
Total	49	2033,37706					
C.V. (%)	67,52335662						
Exportação de Cobre safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	804,294188	201,073547	2,902567241	2,633516497	3,890221239	significativo (5%)
Tratamentos	9	1945,66149	216,1846098	3,120700737	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	2493,87769	69,27438033				
Total	49	5243,83337					
C.V. (%)	72,63267272						
Exportação de Cobre safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	153,635088	38,408772	0,826289801	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	295,415528	32,82394756	0,706143198	2,1526076	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	1673,402952	46,48341533				
Total	49	2122,453568					
C.V. (%)	91,99917274						
Exportação de Ferro safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	4058,31478	1014,578695	1,87830542	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	21343,8798	2371,5422	4,390473199	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	19445,6304	540,1564006				
Total	49	44847,825					
C.V. (%)	53,0404515						
Exportação de Ferro safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	257586,2879	64396,57199	16,03990027	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	242207,1693	26911,9077	6,703218854	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	144531,8583	4014,77384				
Total	49	644325,3155					
C.V. (%)	22,03672624						

Anexo Y. Análise de variância da exportação total de Zinco, Manganês e Sódio em dez cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos na Estação Experimental em Rolândia – Paraná nas safras de 2005/2006 e 2006/2007.

Exportação de Zinco safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	3322,22501	830,556253	1,220250457	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	48709,177	5412,130778	7,951484356	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	24503,187	680,644083				
Total	49	76534,589					
C.V. (%)	39,32726411						
Exportação de Zinco safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	61688,82965	15422,20741	7,816783767	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	118156,3126	13128,47918	6,654201968	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	71026,58631	1972,960731				
Total	49	250871,7286					
C.V. (%)	23,14733481						
Exportação de Manganês safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	445,393388	111,348347	1,735226612	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	2400,38609	266,7095653	4,156339522	2,152607641	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	2310,09625	64,16934033				
Total	49	5155,87573					
C.V. (%)	54,71256986						
Exportação de Manganês safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	8282,45242	2070,613105	4,472214094	2,6335165	3,890221239	significativo (1%)
Tratamentos	9	23599,52504	2622,169449	5,663493165	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	16667,82274	462,9950761				
Total	49	48549,8002					
C.V. (%)	24,5468986						
Exportação de Sódio safra 2005/2006							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	49879,5683	12469,89206	2,276803875	2,633516497	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	84560,7042	9395,633805	1,715493233	2,152607641	2,946085889	não significativo
Resíduo	36	197169,427	5476,928514				
Total	49	331609,699					
C.V. (%)	91,03825679						
Exportação de Sódio safra 2006/2007							
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Blocos	4	112354,1951	28088,54878	1,768161639	2,6335165	3,890221239	não significativo
Tratamentos	9	567489,4467	63054,38297	3,969245332	2,1526076	2,946085889	significativo (1%)
Resíduo	36	571886,4915	15885,73588				
Total	49	1251730,133					
C.V. (%)	30,36646597						