



Diagnose Nutricional de Cultivares de Milho (*Zea mays* L.) de Diferentes Níveis Tecnológicos

**Carla Fernanda Ferreira⁽¹⁾; Nicolas Z. dos Santos⁽²⁾, Julio C. Valaski⁽²⁾, Antonio C. V. Motta⁽³⁾,
Stephen A. Prior⁽⁴⁾, Carlos B. Reissmann⁽³⁾ & Juarez Gabardo⁽³⁾**

⁽¹⁾Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Bolsista CNPq, UFPR, Curitiba, PR, CEP 80.035 – 050, cferreira@yahoo.com.br, (apresentadora do trabalho); ⁽²⁾Graduando do Curso de Agronomia, UFPR, Curitiba, PR, CEP 80.035 – 050, zendonadi@ufpr.br; ⁽³⁾Professor Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80.035 – 050, mottaacv@ufpr.br, jgabardo@ufpr.br;

Apoio: PGCS - UFPR, CNPq, Monsanto Ltda.

RESUMO: A introdução de híbridos tem contribuído para o aumento da produtividade de grãos. Contudo, são escassos os trabalhos associados à melhoria genética e à eficiência de uso, concentração e exportação de nutrientes. O objetivo deste estudo foi avaliar as mudanças no estado nutricional através do teor nutrientes de cinco níveis tecnológicos de milho (cultivar crioulas, variedades melhorada, híbridos duplo, híbridos triplo e híbridos simples), utilizando para isso 2 cultivares de cada nível. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com cinco repetições. A coleta das frações de grãos, folhas e colmos das cultivares de milho foi realizada nas duas linhas centrais das seis linhas de plantio a partir de quinze plantas competitivas, no momento da colheita. O conteúdo de nutrientes totais de N nos tecidos foram determinados por combustão via seca no analisador CN2000 e de P e K foram determinados por combustão via seca e solubilizada HNO₃ e HCl 1 N, e determinado com plasma. Houve diferenças estatísticas quanto à absorção de N, P e K entre os níveis tecnológicos avaliados. A concentração de N e P foram maiores nos grãos enquanto que a concentração de K foi maior nos colmos seguido das folhas. Observou-se que quanto à nutrição de N, P e K, embora as cultivares de alto nível tecnológico, frutos da evolução dos programas de melhoramento genético da cultura, terem apresentado menores concentrações nas frações da planta, sua eficiência em translocá-los para os grãos garante uma melhor produção e alto rendimento e, conseqüentemente, contribuindo para a melhoria da qualidade nutricional dos grãos.

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

INTRODUÇÃO

A cultura do milho, amplamente cultivada no Brasil, destaca-se pela sua aptidão de uso como silagem, consumo humano, produção de óleos e combustíveis e pela sua importância econômica aos produtores. Entretanto, em termos de produtividade o Brasil não apresenta grandes destaques gerando uma produtividade média nacional de 3,3 Mg ha⁻¹, safra 2005/06 (CONAB, 2007). A baixa produtividade está, em geral, associada ao baixo nível de investimento tecnológico, visto que existiram áreas no estado do Paraná que atingiram 8,9 Mg ha⁻¹ nesta mesma safra agrícola.

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 maior uso de fertilizantes, controle mais eficiente de plantas daninhas, avanços no manejo das culturas e aumento da população de plantas.

Os avanços na produção de híbridos geraram uma enorme variabilidade genética das plantas de milho, obtidos através de diversos processos visando obter materiais adaptados às condições climáticas (Machado, 1999), obter maiores produtividades e adequado fornecimento de nutrientes (Cantão, 2007).

O uso de cultivares mais adaptadas às deficiências minerais minimiza os custos de produção com o uso de insumos agrícolas, principalmente para a cultura do milho cultivada em solos brasileiros deficientes em nutrientes minerais (Singh *et al.*, 2003).

Embora o teor foliar seja importante, o teor de nutrientes nos grãos deve merecer maior destaque, pois a grande maioria do milho produzido tem por finalidade a alimentação de animais confinados e alimentação humana. Estes valores representam ainda a quantidade de nutrientes que saem do sistema e tem se mostrado promissor na avaliação do



estado nutricional em que a planta se desenvolveu. No mesmo sentido, o teor de nutrientes no período da colheita contribui para avaliar o teor de nutrientes que retorna nas formas pouco sujeita à lavagens e que podem indicar a ocorrência de predomínio da imobilização para nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S).

A cultura do milho apresenta alta resposta a adubações com N, P e potássio (K), principalmente aumento da produção de grãos e acúmulo de matéria seca. Porém, avaliações nutricionais indicando alta concentração de nutrientes nos tecidos não necessariamente se confirmam com a alta produção dos cultivares (Vasconcelos *et al.*, 1995). A translocação dos nutrientes para os grãos é um fator que indica a eficiência da conversão entre as cultivar podendo variar com as práticas de manejo adotadas e condições externas do meio de desenvolvimento.

Com o objetivo de avaliar a influência do potencial genético de cultivares de milho na eficiência nutricional de N, P e K, quantificou-se a concentração destes nutrientes nas frações grãos, folhas e colmo dos cultivares, a extração parcial dos nutrientes e a exportação para os grãos comparando-se a eficiência genética entre os diferentes cultivares a partir destas características nutricionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2005 na estação experimental da Monsanto do Brasil Ltda., em Rolândia – PR, sob influência do clima do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen.

Os genótipos de milho avaliados foram AG9010 e DKB950 (híbridos simples), DKB566 e AG5020 (híbridos triplos), AG2040 e DKB979 (híbridos duplos), BRS4157 e BR106 (variedades melhorada) e GI045 e Palotina (cultivares crioulas). O espaçamento entre linhas adotado foi de 0,80 m e de 0,20 entre plantas. O plantio foi realizado manualmente, utilizando-se o dobro das sementes necessárias, sendo aos 15 dias pós-emergência realizado o desbaste para a obtenção da densidade desejada. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com cinco repetições e dez tratamentos por bloco.

A fertilização foi realizada na área total com uma aplicação no sulco de semeadura de 30, 70 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e adubação de cobertura aos 25 dias após a semeadura com

aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N totalizando-se no experimento 190 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

As cultivares foram amostrados na fase de maturação de grãos com coleta da planta inteira e posterior separação, nas frações grãos, colmo e folhas, utilizando-se quinze plantas competitivas das duas linhas centrais da parcela. Foram determinados o conteúdo de nutrientes totais, sendo o N por combustão via seca no analisador CN2000 e P e K nos tecidos das plantas utilizando combustão via seca (450°C 4 horas), solubilização com HNO₃ e HCl 1 N, e determinados com plasma, segundo a metodologia adotada no laboratório da Auburn University (Hue e Evans, 1986).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de variância (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 *et al.* 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como eram esperados os teores de N e P, especialmente P, foram maiores nos grãos, uma vez que há acúmulo dos mesmos nos órgãos reprodutivos. Já o K teve seu valor mais elevado na fração colmo seguido pelas folhas. Maiores teores no colmo podem estar relacionados ao translocamento para grãos e/ou perda por lavagem, visto que as plantas foram colhidas na maturação dos grãos.

A concentração dos teores de N, P e K no tecido dos grãos concordam com os teores determinados por Heckman *et al.* (2003) que mensurou os teores de nutrientes nos grãos observando os valores mínimos, médios e máximos em diversas cultivares. Da mesma forma que a concentração de N, P e K nas folhas concorda com os dados mensurados por Salisbury & Ross, 1991.

Os resultados obtidos indicam que ocorreram diferenças entre as cultivares, para os teores de N, P e K avaliados, com exceção do P e do K no tecido dos grãos (Tabela 1). Essas verificações são indicativas de que as alterações nas concentrações dos nutrientes N, P e K nos tecidos vegetais entre cultivares, na fase de maturação, sofreram influência da variabilidade genética.



De modo geral, as variedades mais rústicas geneticamente apresentaram uma concentração relativamente mais alta dos nutrientes quando comparados aos híbridos nas frações avaliadas, com exceção no tecido dos grãos, que apresentaram diferença estatística apenas na concentração de N.

Quanto às concentrações de P, não houve efeito da genética sobre sua concentração no tecido dos grãos. Contudo, nas folhas e no colmo, as variedades regionais Palotina e GI045 e o híbrido triplo AG5020 obtiveram as maiores concentrações deste elemento sendo 1,00; 1,09 e 1,07 g kg⁻¹ respectivamente nas folhas e 0,99; 0,98 e 0,91 g kg⁻¹ respectivamente nos colmos.

Os resultados relacionados ao elemento K nos grãos foram similares ao P. No entanto, para a fração folhas as variedades crioulas, Palotina e GI045, o híbrido triplo AG5020 e o híbrido duplo DKB979 obtiveram as maiores médias de concentração, sendo de 15,3, 14,0, 14,0 e 13,9 g kg⁻¹, respectivamente. No tecido dos colmos apenas as variedades crioulas e as variedades melhoradas destacaram-se pelas suas concentrações mais elevadas deste elemento, sendo de 22,6 g kg⁻¹ (Palotina), 25,9 g kg⁻¹ (GI045), 26,7 g kg⁻¹ (BRS4157) e 25,1 g kg⁻¹ (BR106).

Estes dados concordam com os estudados por Machado *et al.*, 1999, que verificaram 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 e grãos entre algumas cultivares.

Entretanto, a avaliação das concentrações dos nutrientes nas plantas não são um indicativo de um alto rendimento de grãos. Deve-se levar em consideração a eficiência da conversão de nutrientes, ou seja, a quantidade de nutrientes translocada.

Pode-se constatar que, de maneira geral, os cultivares com ganho genético obtiveram maior extração parcial (uma vez que não quantificou-se a extração das frações pendão, sabugo e brácteas, referentes a cerca de 20% do total da planta) e maior exportação para os grãos (Tabela 2). A porcentagem de exportação em relação ao extraído (Tabela 3) evidencia claramente a eficiência de

conversão dos híbridos. Em relação ao N, os híbridos, sejam eles triplo, duplo ou simples, obtiveram as maiores porcentagens de eficiência de conversão e para os nutrientes fósforo e potássio os híbridos simples, obtiveram a maior eficiência de conversão destes nutrientes cerca de 77% de P e 13% de K no AG9010 e 77% de P e 12% de K no DKB950.

CONCLUSÕES

A comparação entre genótipos de milho de diferentes níveis tecnológicos em relação à nutrição de N, P e K evidenciou que, embora as cultivares de alto nível tecnológico, frutos da evolução dos programas de melhoramento genético da cultura, tenham apresentado menores concentrações nas frações da planta, sua eficiência em translocá-los para os grãos garante uma melhor produção e alto rendimento.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- 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. Acesso em 18 de agosto de 2007.
- HECKMAN, J.R.; SIMS, J.T.; BEEGLE, D.B.; COALE, F.J.; HERBERT, S.J.; BRUULSEMA, T.W.; BAMKA, W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. **Agronomy Journal**. v. 95, 2003.
- 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, n.1, 1999.



SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W. Plant Physiology.
4^oEd. Wadworyh Publishing Company, Belmont,
Califórnia, 1991.

VASCONCELOS, C. A.; VIANA, M. C. M. e FERREIRA,
J.J. Acumulo de matéria seca e nutrientes em milho
cultivado no período inverno-primavera. **Revista
Brasileira de Ciências do Solo**, v. 20, 1998.



Tabela 1. Teor de N, P e K nos tecidos dos grãos, folhas e colmo de cultivares de milho (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, 2005/06).

Experimentar Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia - PR, 2003/04.																			
Tratamento		N		P		K		N		P		K		N		P		K	
		-----g kg ⁻¹ -----																	
		Grãos						Folhas						Colmo					
Híbrido	AG9010	17,0	e	3,03	a	3,7	a	9,7	ef	0,44	f	8,9	c	10,1	d	0,37	e	16,5	cd
Simples	DKB950	16,8	e	2,94	a	4,0	a	9,2	f	0,45	f	9,4	c	11,1	d	0,41	e	18,7	de
Híbrido	DKB566	17,5	de	2,84	a	3,6	a	10,3	def	0,68	e	12,8	b	11,2	d	0,59	d	21,9	bcd
Triplos	AG5020	19,7	bc	3,02	a	3,4	a	12,1	ab	1,07	a	14,0	ab	13,6	bc	0,91	ab	15,2	e
Híbridos	AG2040	20,6	ab	3,39	a	3,7	a	11,0	bcd	0,91	bc	13,1	b	14,2	abc	0,83	bc	21,2	cd
Duplos	DKB979	19,6	bc	2,88	a	3,5	a	10,8	cde	0,75	de	13,9	ab	12,2	cd	0,54	d	21,7	bcd
Variedades	BRS4157	19,9	bc	3,42	a	3,9	a	11,1	abcd	0,81	cd	12,7	b	16,6	a	0,77	bc	26,8	a
Melhoradas	BR106	20,3	ab	3,45	a	3,9	a	11,3	abcd	0,86	cd	13,1	b	14,8	ab	0,74	c	25,2	abc
Cultivares	GI045	18,6	cd	3,27	a	3,8	a	12,0	abc	1,09	a	14,0	ab	16,0	ab	0,98	a	26,0	a
Crioulas	Palotina	21,3	a	3,05	a	3,9	a	12,3	a	1,00	ab	15,3	a	16,6	a	0,99	a	22,6	abcd

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

Tabela 2. Extração parcial e Exportação de N, P e K em 10 cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia – PR, 2005/06).

Tecnologias (Estágio Experimental) Monitoradas do Brasil: Evidências, Manuseio de Rotulagem - 114, 2008/09.													
Tratamento		N	P			K		N		P		K	
		-----kg ha ⁻¹ -----											
Híbrido	AG9010	84	b	8,8	cd	67	c	39	c	6,9	ab	8,5	abc
Simples	DKB950	89	b	9,1	cd	77	c	40	bc	7,1	ab	9,5	abc
Híbrido	DKB566	125	a	13,2	ab	123	c	56	a	9,1	a	11,6	a
Triplos	AG5020	127	a	14,1	a	92	bc	55	ab	8,5	ab	9,5	abc
Híbridos	AG2040	101	ab	11,3	abcd	84	c	45	abc	7,5	ab	8,2	abc
Duplos	DKB979	129	a	12,6	abc	118	ab	59	a	8,7	a	10,6	ab
Variedades	BRS4157	96	ab	10,1	bcd	87	bc	40	bc	6,9	ab	7,8	bc
Melhoradas	BR106	77	b	8,5	d	70	c	34	c	5,8	b	6,5	c
Cultivares	GI045	33	c	3,8	e	31	d	13	d	2,3	c	2,7	d
Crioulas	Palotina	11	c	1,1	e	9	d	5	d	0,7	c	0,9	d

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

Tabela 3. Porcentagem de Exportação em relação à extração parcial de N, P e K em 10 cultivares de milho de diferentes níveis tecnológicos (Estação Experimental Monsanto do Brasil Ltda., município de Rolândia).

Tratamento		N		P		K	
Híbrido	AG9010	46	a	79	a	13	a
Simples	DKB950	45	ab	77	a	12	ab
Híbrido	DKB566	45	abc	69	b	10	c
Triplos	AG5020	43	abcd	60	d	10	bc
Híbridos	AG2040	45	abc	66	bc	10	c
Duplos	DKB979	46	a	69	b	9	c
Variedades	BRS4157	42	cd	69	b	9	c
Melhoradas	BR106	44	abc	68	b	9	c
Cultivares	GI045	40	d	61	cd	9	c
Crioulas	Palotina	42	bcd	60	d	10	c

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