

220

Circular  
TécnicaSete Lagoas, MG  
Dezembro, 2016**Autores****Álvaro Vilela de Resende**Eng.-Agrôn., D.Sc. em Solos e  
Nutrição de Plantas, Pesquisador  
da Embrapa Milho e Sorgo,  
Rod. MG 424 km 45, 35701-970  
Sete Lagoas, MG,  
alvaro.resende@embrapa.br**Carine Gregório Machado Silva**Eng.-Agrôn., M.Sc. em Ciências  
Agrárias, Sete Lagoas, MG,  
carine.greg@gmail.com**Aarón Martínez Gutiérrez**Eng.-Agrôn., M.Sc., Doutorando  
em Fitotecnia na UFV, Viçosa,  
MG,  
aaron\_0715@hotmail.com,**Eduardo de Paula Simão**Eng.-Agrôn., M.Sc., Doutorando  
em Fitotecnia na UFV, Viçosa,  
MG,  
eduardosimao.agro@yahoo.  
com.br**Lauro José Moreira Guimarães**Eng.-Agrôn., D.Sc. em Genética  
e Melhoramento, Pesquisador  
da Embrapa Milho e Sorgo, Rod.  
MG 424 km 45, 35701-970 Sete  
Lagoas, MG,  
lauro.guimaraes@embrapa.br**Silvino Guimarães Moreira**Eng.-Agrôn., D.Sc. em Solos e  
Nutrição de Plantas, Professor  
da UFSJ, Sete Lagoas, MG,  
silvino@ufs.edu.br**Emerson Borghi**Eng.-Agrôn., D.Sc. em Agrono-  
mia, Pesquisador da Embrapa  
Milho e Sorgo, Rod. MG 424 km  
45, 35701-970 Sete Lagoas, MG,  
emerson.borghi@embrapa.br

## Indicadores de Demanda de Macro e Micronutrientes por Híbridos Modernos de Milho

### Introdução

Adubações com fornecimento de nutrientes bem ajustado à demanda das culturas são importantes quando se objetiva conciliar produtividade, uso eficiente de fertilizantes, lucratividade e redução de riscos ao ambiente. Estes fatores resultam em maior competitividade no segmento de produção de grãos. A exigência nutricional da cultura do milho é determinada pela quantidade de nutrientes extraídos durante o seu ciclo e, mesmo em solos de boa fertilidade, as adubações devem, ao menos, repor o que for exportado com a colheita dos grãos. Desse modo, o conhecimento dos padrões de extração e exportação de nutrientes precisa fazer parte do plano de manejo das áreas de cultivo. A associação destes padrões com os dados de análise de solo e de expectativa de produtividade permite dimensionar, com mais critério, as quantidades de fertilizantes a serem aplicadas para manutenção da fertilidade do solo.

As quantidades de nutrientes absorvidas não são constantes, podendo variar de acordo com a cultivar, com as condições climáticas, com o tipo de manejo e tecnologia empregados, e com o nível de fertilidade do solo (BÜLL, 1993; RESENDE et al., 2012). Os padrões gerais de exigências nutricionais do milho, disponíveis para consulta no Brasil, foram estabelecidos a partir de pesquisas conduzidas há mais de duas décadas (ANDRADE et al., 1975; VASCONCELLOS et al., 1983; COELHO; FRANÇA, 1995), em sistema de preparo convencional do solo e com cultivares antigas que não estão mais no mercado. Tais padrões constituem a base de várias tabelas oficiais de recomendação de adubação (CANTARELLA et al., 1996; ALVES et al., 1999; SOUSA; LOBATO, 2004). Todavia, sabe-se que os requerimentos por nutrientes aumentam à medida que níveis crescentes de produtividade são alcançados (VON PINHO et al., 2009; BENDER et al., 2013), o que reforça a necessidade de se atualizarem os indicadores de demanda nutricional da cultura, sobretudo para condições de lavouras de alto desempenho.

É de se esperar, portanto, que ao longo do tempo ocorram mudanças nas quantidades de nutrientes exigidas pelas cultivares de milho (BENDER et al., 2013). Com os avanços no melhoramento genético, incluindo a transgenia, e em outras especialidades relacionadas ao desenvolvimento tecnológico na agricultura, o cultivo de milho em sistemas mais intensivos já atinge produtividades de grãos e massa seca muito superiores às obtidas décadas atrás. Nesse contexto, a presente publicação apresenta indicadores de extração e exportação de macro e micronutrientes por híbridos modernos, em cultivos sob plantio direto, com médio a alto investimento em adubação.

## Base Experimental

Os dados de extração e exportação ora apresentados foram obtidos na safra verão 2014/2015, a partir de um estudo em Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG (coordenadas 19°28'30" S, 44°15'08" W, e 732 m de altitude). O estudo consistiu no cultivo de quatro híbridos simples transgênicos, de ciclo precoce (AG 8088 PRO X, DKB 310 PRO 2, DKB 390 PRO e P 30F53 YH) e dois híbridos simples convencionais, de ciclo semiprecoce (BRS 1040 e híbrido experimental 1I 873), em ambientes com médio ou alto investimento em adubação. Foram distribuídas 70 mil sementes por hectare utilizando uma semeadora de parcelas, em plantio direto e com irrigação complementar ao longo do período de cultivo. Detalhes do desenho experimental e das operações de condução do trabalho encontram-se descritos em Silva (2016).

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 6 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. Na adubação de semeadura, foram utilizados 340 e 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 08-28-16 + 0,3 % B nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. Aos 20 dias após semeadura (estádio V4), foi realizada uma adubação de cobertura em todo o experimento, com 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. No ambiente de alto investimento, foram realizadas mais duas adubações de cobertura: 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 20-00-20 aos 27 dias e 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio aos 33 dias após semeadura. Por fim, neste ambiente, ainda foi realizada adubação foliar com uma mistura dos fertilizantes Biozyme® (2 L ha<sup>-1</sup>), fosfato monoamônico – MAP (2,5 kg ha<sup>-1</sup>) e nitrato de cálcio (1,5 kg ha<sup>-1</sup>), no estágio V7.

Após a maturação fisiológica, realizou-se a colheita na área útil das parcelas para determinação da produtividade de grãos. Adicionalmente, duas plantas de cada parcela

foram amostradas e separadas em folha, colmo, palha da espiga, sabugo e grãos. Após secagem em estufa, quantificou-se a massa seca de cada compartimento, sendo os teores de macro e micronutrientes determinados em análises laboratoriais conforme metodologias descritas em Silva (2009). De posse desses dados, calcularam-se as quantidades de nutrientes contidas nos grãos (exportação), no restante da planta (palhada) e o somatório correspondente ao conteúdo total (extração).

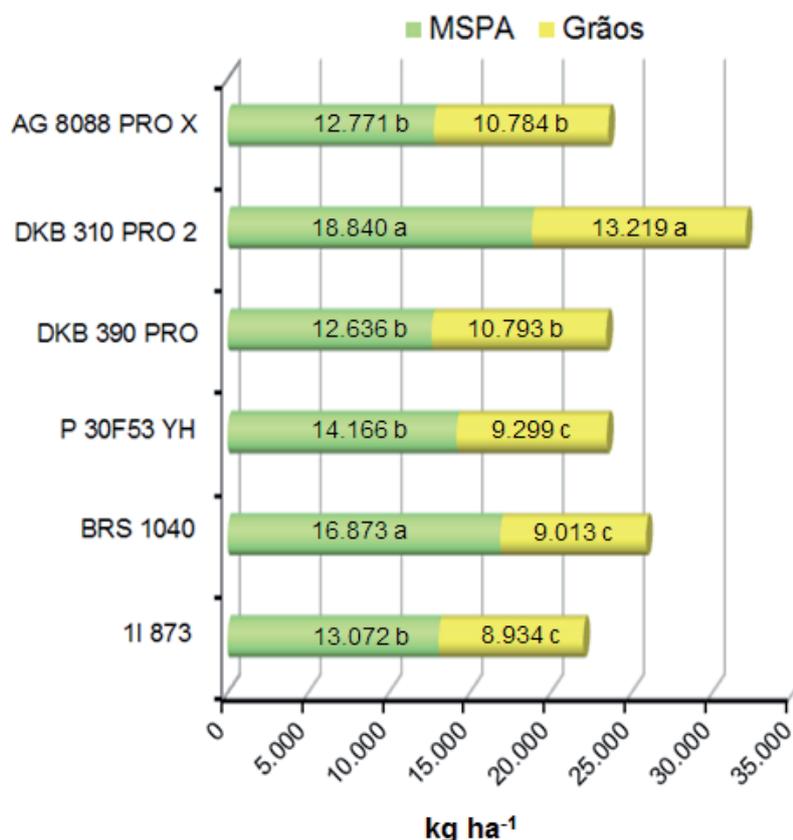
Nesta publicação, são apresentados dados que ilustram os comportamentos mais relevantes no que diz respeito a indicadores de demanda nutricional do milho. Quando pertinente, as médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de Scoot-Knott a 5%. Desdobramentos estatísticos completos e discussões mais detalhadas encontram-se disponíveis em Silva (2016) e Gutiérrez (2016), incluindo dados de amostragens para quantificação do acúmulo de nutrientes em diferentes estádios de desenvolvimento do milho.

## Resultados

Observaram-se efeitos isolados de híbridos e de ambientes de adubação, mas não houve interação entre esses fatores, para produção de massa seca, produtividade de grãos e extração de nutrientes, à exceção de K e Fe. Na Figura 1, pode-se visualizar a existência de diferenças significativas entre híbridos, não só em relação à produtividade de grãos, mas, também, quanto à produção de massa seca da parte aérea (palhada). Tais diferenças têm reflexos na magnitude de extração (Tabela 1) e de exportação (Tabela 2) de nutrientes, características que assim se revelam peculiares a cada cultivar, embora não seja apenas o componente genético a determinar as quantidades absorvidas pelas plantas e translocadas para os grãos. De qualquer modo, em geral, quanto maior a capacidade de crescimento vegetativo e o potencial de

rendimento de grãos, mais acentuada é a absorção de nutrientes, conforme se verifica no caso do híbrido DKB 310.

acúmulo nas plantas, de nutrientes como N, P, K, S, Cu, Fe, Mn e Zn, mas os efeitos sobre a alocação nos grãos só são mais



**Figura 1.** Produção de massa seca de parte aérea (MSPA) e produtividade de grãos por híbridos de milho. Dados médios de cultivos em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Para cada variável (MSPA ou Grãos), médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

As variações de extração entre cultivares podem ser menos ou mais evidentes, dependendo do nutriente em questão, e nem sempre têm correspondência nas quantidades exportadas, a exemplo dos resultados observados para N, K e Cu, em que as diferenças na extração pelos híbridos (Tabela 1) são amenizadas quando se trata da exportação (Tabela 2). Há tendência de certo nivelamento nos padrões de exportação, cujo montante deriva da ponderação entre a concentração do nutriente nos grãos e a produtividade obtida.

O maior investimento em adubação promove absorção mais intensa, e consequente

perceptíveis no caso do N, S, Cu, Fe e Mn (Tabela 3). É interessante notar que os níveis de exportação de P e K não foram significativamente afetados pelo investimento em adubação. As explicações mais prováveis para esse fato devem estar ligadas à razoável reserva disponível desses nutrientes nos dois ambientes (SILVA, 2016) e às particularidades do seu metabolismo na planta de milho. O P absorvido tem direcionamento predominante para os grãos, podendo equivaler a até 80 a 90% do total acumulado durante o ciclo da cultura (VASCONCELLOS et al., 1983; COELHO; FRANÇA, 1995). No caso do K, pode haver consumo de luxo quando o suprimento é mais abundante, caracterizando elevada extração (Tabela 3), mas a translocação para os grãos

ocorre em proporção relativamente baixa no milho, em torno de 25%, havendo acumulação preferencial nas partes vegetativas (COELHO; FRANÇA, 1995). Contudo, para ambos os nutrientes, condições de menor suprimento fazem com que uma maior proporção do extraído seja mobilizada para os grãos (SILVA, 2016). Este comportamento contribui, em parte, para nivelar as quantidades exportadas em cultivos sob níveis diferentes de disponibilidade de nutrientes.

Taxas médias de acúmulo de macro e micronutrientes na palhada e nos grãos (exportação), para a produção de uma

tonelada de milho, são apresentadas nas Figuras 2 e 3. A soma dos valores referentes à palhada e grãos corresponde à extração ou demanda total de determinado nutriente para cada tonelada produzida. Vale lembrar que as unidades de representação dos dados, em  $\text{kg t}^{-1}$  para os macronutrientes, e  $\text{g t}^{-1}$  para os micronutrientes, equivalem à expressão das suas concentrações nos tecidos da planta ( $\text{g kg}^{-1}$  e  $\text{mg kg}^{-1}$ , respectivamente), de modo que os valores descritos nas figuras também indicam os teores presentes na palhada e nos grãos.

**Tabela 1.** Extração ou conteúdo total de nutrientes em plantas (parte aérea + grãos) de híbridos de milho por ocasião da colheita (estádio R6). Dados médios de cultivos em ambientes com médio e alto investimento em adubação.

Híbrido	Nutriente									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha <sup>-1</sup>					g ha <sup>-1</sup>				
AG 8088 PRO X	257 c	53 a	131 c	43 b	29 b	18 b	61 c	2.226 a	555 b	423 b
DKB 310 PRO 2	358 a	75 a	190 b	60 a	48 a	25 a	108 a	2.378 a	571 a	551 a
DKB 390 PRO	280 c	63 a	146 c	44 b	36 b	18 b	87 b	1.997 a	631 b	408 b
P 30F53 YH	271 c	64 a	182 b	51 a	34 b	20 b	78 b	2.185 a	571 b	384 b
BRS 1040	309 b	69 a	255 a	59 a	46 a	23 a	101 a	2.347 a	685 b	572 a
1I 873	271 c	61 a	180 b	52 a	38 b	20 b	72 c	2.259 a	632 b	460 b
Média	291	64	181	51	38	21	84	2.232	646	466

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%. Para converter P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em P e K<sub>2</sub>O em K, dividir, respectivamente, os valores da tabela por 2,29 e 1,20. Dados de produção dos híbridos constam na Figura 1.

**Tabela 2.** Exportação de nutrientes nos grãos de híbridos de milho. Dados médios de cultivos em ambientes com médio e alto investimento em adubação.

Híbrido	Nutriente									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha <sup>-1</sup>					g ha <sup>-1</sup>				
AG 8088 PRO X	148 b	41 a	35 b	0,3 a	8 b	9 b	17 c	110 a	42 b	183 b
DKB 310 PRO 2	187 a	51 a	46 a	0,3 a	10 a	12 a	20 b	116 a	60 a	209 a
DKB 390 PRO	155 b	47 a	38 b	0,4 a	9 a	9 b	27 a	118 a	51 a	169 b
P 30F53 YH	132 b	43 a	36 b	0,2 a	8 b	9 b	13 d	123 a	37 b	167 b
BRS 1040	140 b	41 a	36 b	0,4 a	8 b	8 b	12 d	131 a	45 b	161 b
1I 873	125 b	37 a	36 b	0,4 a	7 b	8 b	11 d	91 a	33 b	122 c
Média	148	43	38	0,4	8	9	17	115	45	169

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%. Para converter P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em P e K<sub>2</sub>O em K, dividir, respectivamente, os valores da tabela por 2,29 e 1,20. Dados de produção dos híbridos constam na Figura 1.

**Tabela 3.** Extração ou conteúdo total (parte aérea + grãos) e exportação de nutrientes nos grãos de milho, em cultivos com médio e alto investimento em adubação. Dados médios dos híbridos AG 8088 PRO X, DKB 310 PRO 2, DKB 390 PRO, P 30F53YH, BRS 1040, e 1I 873.

Nutriente	Unidade	Extração		Exportação	
		Investimento em adubação		Investimento em adubação	
		Médio	Alto	Médio	Alto
N	kg ha <sup>-1</sup>	248 b	335 a	128 b	167 a
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	"	60 b	68 a	42 a	45 a
K <sub>2</sub> O	"	122 b	240 a	38 a	39 a
Ca	"	51 a	52 a	0,3 a	0,4 a
Mg	"	38 a	39 a	8 a	9 a
S	"	18 b	23 a	9 b	10 a
Cu	g ha <sup>-1</sup>	71 b	98 a	15 b	18 a
Fe	"	1.995 b	2.469 a	106 b	124 a
Mn	"	498 b	794 a	40 b	49 a
Zn	"	427 b	505 a	166 a	171 a

Para cada variável (extração ou exportação), médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste F a 5%. Para converter P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em P e K<sub>2</sub>O em K, dividir, respectivamente, os valores da tabela por 2,29 e 1,20.

Observa-se que proporções expressivas do N (50%), P (67%), S (45%) e Zn (36%) absorvidos durante o ciclo são removidos da área de cultivo com a colheita dos grãos (Figuras 2 e 3). No caso do K, embora seja o segundo nutriente extraído em maior quantidade, a exportação nos grãos representa somente 21% do total presente na planta por ocasião da colheita. Confirma-se também a exportação muito baixa de Ca, o que até faz com que a quantificação desse nutriente seja desconsiderada quando se trata de grãos de milho (BENDER et al., 2013). A absorção relativamente alta de Fe em relação aos demais micronutrientes não deve ser considerada propriamente como exigência nutricional da cultura, pois a extração pelas plantas é favorecida em solos argilosos com maior conteúdo desse micronutriente na forma de óxidos, superando largamente a demanda relativa à exportação nos grãos (Figura 3).

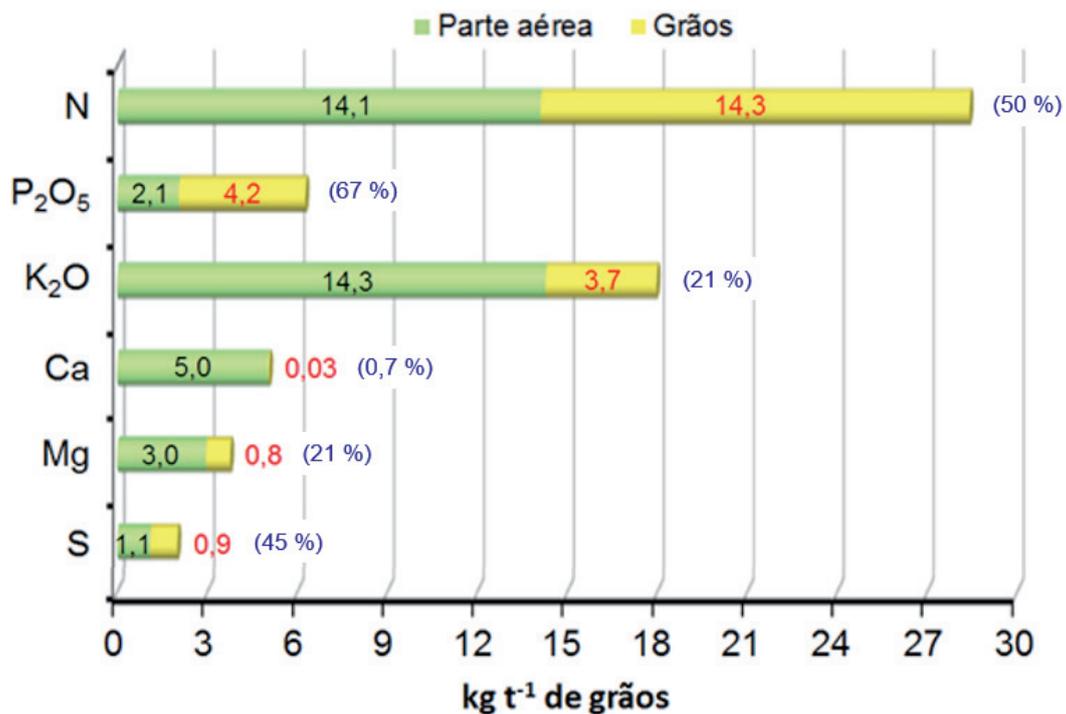
Em geral, quando há menor suprimento, a absorção é restringida e os percentuais exportados de macro e micronutrientes são mais elevados (GUTIÉRREZ, 2016; SILVA,

2016), expondo o sistema de produção a risco de desabastecimento de nutrientes nas safras subsequentes. Por outro lado, uma absorção (extração) mais substancial de nutrientes nem sempre resulta em ganho proporcional no rendimento de grãos. Adubações superdimensionadas promovem consumo de luxo de nutrientes, com prejuízo da rentabilidade ao agricultor, além da predisposição a processos de perda ou indisponibilização. Daí a importância de se conhecer a real demanda dos cultivos e garantir adubações suficientes para boas colheitas e manutenção do potencial produtivo da área, sem dar margem a situações extremas de déficits ou excessos.

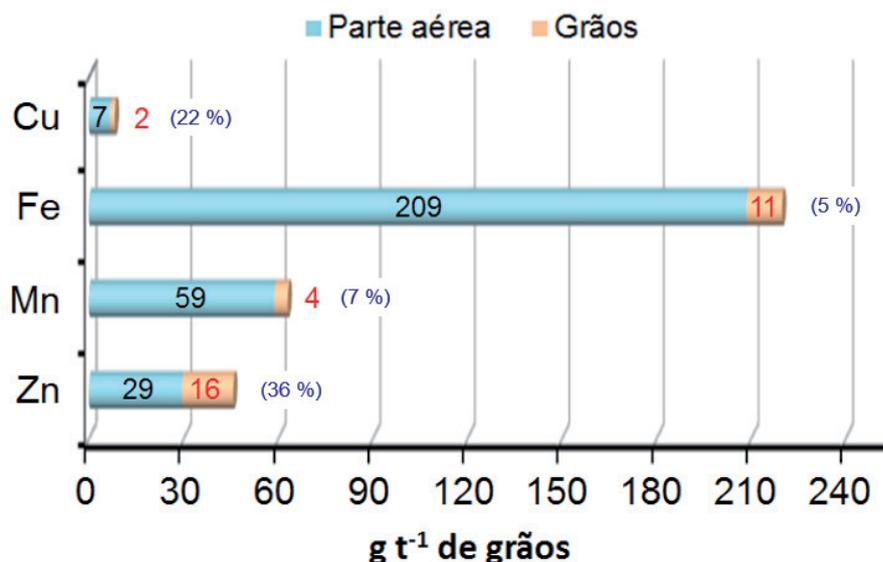
Os indicadores de extração e exportação aqui reportados (Figuras 2 e 3) apresentam menor magnitude quando comparados às informações obtidas com cultivares transgênicas nos Estados Unidos da América (BENDER et al., 2013) e também em relação aos dados disponíveis na literatura clássica do Brasil, compilados por Resende et al. (2012). A tendência de menores requerimentos nutricionais para cada tonelada de milho

produzida no presente estudo salienta a influência de distintos ambientes e tecnologias de cultivo (Brasil vs EUA), bem como mudanças nos padrões de demanda fisiológica da cultura do milho com o passar do tempo. Pode-se inferir que a renovação das cultivares disponibilizadas ao agricultor, com potencial genético de produção continuamente incrementado, associada a

práticas modernas de manejo da lavoura, contribuíram para esse aumento na eficiência de utilização de nutrientes pela cultura do milho no País. Não obstante, é preciso enfatizar que as crescentes produtividades alcançadas implicam em aumento da demanda total de nutrientes por hectare, requerendo equivalente acréscimo no seu fornecimento via adubação.



**Figura 2.** Conteúdo de macronutrientes na palhada (parte aérea, números em preto) e nos grãos (exportação, números em vermelho), para cada tonelada de grãos de milho produzida. Dados médios dos híbridos AG 8088 PRO X, DKB 310 PRO 2, DKB 390 PRO, P 30F53YH, BRS 1040, e 1I 873, em cultivos com médio a alto investimento em adubação. Valores entre parêntesis indicam o percentual exportado com a colheita dos grãos. Para converter P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em P e K<sub>2</sub>O em K, dividir, respectivamente, os valores da tabela por 2,29 e 1,20.



**Figura 3.** Conteúdo de micronutrientes na palhada (parte aérea, números em preto) e nos grãos (exportação, números em vermelho), para cada tonelada de grãos de milho produzida. Dados médios dos híbridos AG 8088 PRO X, DKB 310 PRO 2, DKB 390 PRO, P 30F53YH, BRS 1040, e 1I 873, em cultivos com médio a alto investimento em adubação. Valores entre parêntesis indicam o percentual exportado com a colheita dos grãos.

## Conclusões e Recomendações

Em média, os quatro híbridos transgênicos e dois convencionais, cultivados na safra de verão em ambientes de médio a alto investimento em adubação, sob plantio direto e com irrigação complementar, produziram cerca de 10,3 t ha<sup>-1</sup> de grãos (com variação de 8,9 a 13,2 t ha<sup>-1</sup> entre híbridos) e 14,7 t ha<sup>-1</sup> de palhada (com variação de 12,6 a 18,8 t ha<sup>-1</sup> entre híbridos).

A demanda nutricional média identificada nessas condições corresponde aos seguintes indicadores, para cada tonelada de grãos produzida:

- Extração (parte aérea + grãos) equivalente de macronutrientes: 28,4; 6,3; 18,0; 5,0; 3,8; e 2,0 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg e S, respectivamente.
- Extração (parte aérea + grãos) equivalente de micronutrientes: 9, 220, 63, e 45 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

- Exportação (grãos) equivalente de macronutrientes: 14,3; 4,2; 3,7; 0,03; 0,8; e 0,9 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg e S, respectivamente.
- Exportação (grãos) equivalente de micronutrientes: 2, 11, 4, e 16 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

O potencial de extração e exportação de nutrientes aumenta em situações que combinam a utilização de híbridos com elevada capacidade de produção de biomassa e grãos em ambientes com maior oferta de nutrientes.

As frações de nutrientes não exportadas na colheita ficam contidas nos restos culturais que entrarão no processo de ciclagem, importante para manutenção das reservas do sistema e composição do suprimento necessário aos cultivos seguintes.

Os menores valores de extração e exportação de nutrientes observados em relação às

referências anteriores da literatura no Brasil e no exterior sugerem ganhos de eficiência de utilização de nutrientes pela cultura do milho no País, o que, em parte, se deve à adoção cultivares modernas. Essas mudanças nos padrões nutricionais confirmam que atualização dos indicadores de demanda é necessária para se refinar os critérios de reposição de nutrientes em sistemas de produção envolvendo o milho.

Os dados ora obtidos servem como uma referência geral, mas tendo em vista que diversos fatores interferem nas quantidades de nutrientes absorvidas e exportadas, ganha importância a obtenção de informações mais próximas possíveis da realidade de cada área de produção. Nesse sentido, a análise periódica dos grãos colhidos na propriedade, no mesmo processo utilizado para análise foliar, fornece subsídios fidedignos para tomada de decisão mais acertada no dimensionamento das adubações de manutenção ao longo do tempo.

## Referências

- ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P.T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314-316.
- ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. de; SARRUGE, J. R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.): I - Acumulação de macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p. 115-149, 1975.
- BENDER, R. R.; HAEGELE, J. W.; RUFFO, M. L.; BELOW, F. E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v. 105, n. 1, p. 161-170, 2013.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 43-71. (Boletim técnico, 100).
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. D. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1995. 24 p. (Arquivo do Agrônomo, n. 2).
- GUTIÉRREZ, A. M. **Extração e exportação de micronutrientes em milho transgênico sob dois níveis de adubação em plantio direto no cerrado**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João del- Rei, Sete Lagoas.
- RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; SANTOS, F. C.; LACERDA, J. J. J. **Fertilidade do solo e manejo da adubação NPK para alta produtividade de milho no Brasil Central**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 181).
- SILVA, C. G. M. **Absorção e exportação de macronutrientes em milho transgênico sob dois níveis de investimento em adubação**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João del- Rei, Sete Lagoas.
- SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SOUSA, D. D.; LOBATO, E. Calagem e adubação para cultura anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. D.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 283-313.

VASCONCELLOS, C. A.; BARBOSA, J. V. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. de. Acumulação de massa seca e de nutrientes por duas cultivares de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 8, p. 887-901, 1983.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. D. A. R.; REIS, M. C. D. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009.

### Circular Técnica, 220

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
**Endereço:** Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
**Fone:** (31) 3027 1100  
**Fax:** (31) 3027 1188  
[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)  
**1ª edição**  
**Versão Eletrônica (2016)**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



### Comitê de publicações

**Presidente:** Presidente: Sidney Netto Parentoni.  
**Secretário-Executivo:** *Elena Charlotte Landau.*  
**Membros:** *Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Rosângela Lacerda de Castro.*

### Expediente

**Revisão de texto:** *Antonio Claudio da Silva Barros.*  
**Normalização bibliográfica:** *Rosângela Lacerda de Castro.*  
**Tratamento das ilustrações:** *Tânia Mara A. Barbosa.*  
**Editoração eletrônica:** *Tânia Mara A. Barbosa.*