



Circular Técnica

Sete Lagoas, MG
Janeiro, 2002

Autores

Carlos Alberto
Vasconcellos
Israel A. Pereira Filho
José Carlos Cruz
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo.
Caixa Postal 151.
35701-970
Sete Lagoas, MG. E-mail:
carlos@cnpmis.embrapa.br



Adução para o Milho Verde

Introdução

Quando se cultiva milho verde, duas situações distintas ocorrem: a) colhem-se as espigas e o resto da planta permanece na área, para posterior incorporação ou como cobertura do solo para plantio direto; b) colhem-se as espigas e o restante da planta é utilizado para outra finalidade, como, por exemplo, alimentação animal.

Dentre a multiplicidade de fatores que devem ser levados em consideração no estudo nutricional e adução das plantas, destacam-se os fatores relativos à cultura: remoção de nutrientes em função do tempo e do desenvolvimento; quantidade e forma de absorção desses nutrientes; produtividade, etc. Existem os fatores relativos ao solo: elementos "disponíveis" e suas interações com características químicas, físicas e biológicas; interações com as exigências nutricionais da cultura, etc. e os fatores relativos aos fertilizantes: aspecto econômico; características químicas e físicas; época e forma de aplicação; mobilidade no solo, etc.

Aliado a estes fatores diretamente relacionados à fertilidade do solo e à nutrição mineral, estão os fatores climáticos (temperatura, luminosidade, umidade, etc), os manejos culturais e as metodologias de análise que devem ser observadas para o entendimento e interpretação do processo produtivo sustentável, principalmente quando se cultiva o milho verde. Grandes quantidades de nutrientes são exportadas pelas plantas, pois há a exportação de toda a espiga e as plantas normalmente são usadas na alimentação animal, ocorrendo, portanto, o aproveitamento total da planta.

As recomendações de adução e calagem devem ser feitas com base na análise do solo. Através da análise do solo, procura-se determinar as prováveis limitações que as plantas poderão sofrer durante o seu ciclo vegetativo e, com isso, identificar os insumos a serem aplicados de maneira mais econômica ao sistema solo-planta.

Conceitos de nutrição mineral para milho verde

Análise do solo

Existe uma série de recomendações práticas sobre a amostragem do solo, como: separar a área em glebas homogêneas de 10 ha, quanto à vegetação, relevo, solo (cor, textura), histórico agrícola, drenagem etc. De modo geral, recomenda-se retirar 20 amostras simples por gleba, em ziguezague, obedecendo-se à profundidade da camada arável (0-20 cm). Dessas amostras simples, faz-se a amostra composta, retirando \pm 400 g para o envio ao laboratório, devidamente embaladas e identificadas.

Quanto maior o número de amostras simples por amostra composta menor é a variabilidade média e mais confiável é o resultado analítico. Quando o solo não recebeu adubação alguma, as especificações para a amostragem minimizam o uso de variação natural dos elementos. Após as adubações convencionais no sulco de plantio, há aumento da heterogeneidade do terreno. Nesse caso, a quantidade de amostras simples retiradas nas entrelinhas e nos sulcos de plantio irá determinar a fertilidade do solo amostrado. Sugere-se, portanto, principalmente para a cultura do milho, que as amostras sejam tomadas após a aração e a gradeação do terreno ou, antes dessas operações, nas entrelinhas de plantio.

Elementos químicos essenciais à planta

As plantas necessitam de 16 elementos considerados essenciais. Pode-se começar pela necessidade de água e dos diferentes compostos orgânicos para a sua sobrevivência. Nesses compostos, encontram-se o H, C e o O₂, que são incorporados aos tecidos vegetais a partir da absorção da H₂O pelas raízes e da incorporação do CO₂ através dos processos fotossintéticos. Normalmente, o tecido vegetal possui 42% de C, 44% de O₂ e 6% de H. Além desses três elementos, outros seis, como o N, P, S, K, Ca e Mg, chamados macronutrientes, são absorvidos em quantidades percentuais elevadas.

Os nutrientes exigidos em menores quantidades (mg/kg) - Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo e Cl - são denominados micronutrientes.

Essa separação entre macro e micronutrientes é didática, pois, em alguns casos, alguns desses micronutrientes (Cl e Fe, por exemplo) podem ser absorvidos em quantidades elevadas, sem acarretar problemas de toxicidade.

Alguns nutrientes são considerados benéficos quando presentes em níveis adequados no solo, estimulando o crescimento de plantas, sem, contudo,

conseguir-se provar a sua essencialidade. Eles podem favorecer a absorção de um elemento essencial e/ ou aumentar a resistência de pragas e doenças. São considerados benéficos o Al, Co, Ni, Se, Si, Na e V.

A Tabela 1 indica a extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e de silagem. Esses dados demonstram que o esgotamento do solo é menor quando o milho é cultivado apenas para grãos, pois há o retorno da palhada residual para o solo. Os problemas de fertilidade do solo deverão ser mais evidentes, portanto, quando o milho for cultivado para milho verde, com exportação total de toda a massa vegetal, tanto para a alimentação humana como para animal.

É necessário, portanto, para manter a fertilidade do solo, que se procure efetuar a restituição dos elementos extraídos pelas culturas, bem como dos nutrientes lixiviados e perdidos pelos processos de erosão.

Este é o princípio da “restituição” e foi discutido pela primeira vez por Voisin (1973). A adubação de “restituição” deve repor ao solo as quantidades de nutrientes que as plantas retiram. Ela deve ser, preferencialmente, adotada para cobrir as quantidades de macro e micronutrientes retiradas pelas colheitas. Essa prática evita que o solo se esgote ou que se torne deficiente. Deve-se, ao adotar esse critério, ter conhecimento da análise completa dos fertilizantes e corretivos empregados, sendo possível efetuar um balanço entre a quantidade aplicada e a extraída.

Adubação com Nitrogênio

A decomposição da matéria orgânica no solo e o acompanhamento da mineralização e imobilização do N inorgânico são fundamentais para o entendimento da relação solo-planta e a sustentabilidade do processo produtivo. A biomassa do solo, a parte viva da matéria orgânica, além da

dependência do manejo do solo, é a responsável pela decomposição da matéria orgânica, pela mineralização e imobilização do nitrogênio.

Tabela 1. Extração de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e de silagem: Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 1975.

Tipos de Espalhões	Produção (t/ha)	Nutrientes extraídos							
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Cebola	1,25	72	8	5,1	-	10	-	-	-
	5,20	100	79	95	6	17	150	110	540
	7,87	153	101	117	6	26	-	-	-
	8,7	173	117	140	5	31	110	80	310
	6,75	211	157	172	7	38	-	-	-
Bérgon	16,31	151	71	27	41	28	124	105	127
Bérgon	7,3	250	28	53	52	5	-	-	-
M.B.	8,05	251	26	52	48	22	217	80	100

Fonte: Coelho et al., An. Soc. C. B. 1976

Não existe um método de análise do nitrogênio, em rotina, para medir sua disponibilidade em solos. A dificuldade na obtenção desse método está, em grande parte, ligada às transformações de N no solo, que são bastante influenciadas pelas condições ambientais. As recomendações são baseadas, exclusivamente, na curva de resposta de produção a doses de nitrogênio aplicada.

De modo geral, o nitrogênio tem sido determinado através da matéria orgânica, sendo o teor de N calculado dividindo-se o teor da matéria orgânica por 20. Desse total, considera-se viável que 2% será fornecido, por ano, para as culturas pelo processo da mineralização

Assim, um solo que possua 2% de M.O terá 0,10% de N (2 t de N/ha) e, pela mineralização, haveria um fornecimento de 40 kg de N/ha.

Em Raij (1981), pode-se verificar a pouca viabilidade desse raciocínio. Tanto para milho como para algodão, não houve correlação com o aumento da produção em relação à adubação nitrogenada e o teor da MO no solo. Todavia, com certeza, a adição de esterco às áreas de produção trará benefícios na estabilidade de produção, não somente

pela reposição do N, mas também dos demais nutrientes. Estima-se que 85% dos minerais retornam através da urina e das fezes.

As recomendações para a adubação nitrogenada (Tabela 2) seguem o manejo adotado com ou sem a retirada das plantas para a alimentação animal.

Tabela 2. Recomendações de doses de nitrogênio para milho verde, plantio e cobertura, em função das disponibilidades de fósforo e potássio, no solo.

Disponibilidade de P e K	Dose de N no plantio (kg/ha)	Dose de N em cobertura (kg/ha) com o material das raízes	Dose de N em cobertura (kg/ha) com a retirada das raízes
Baixa	25-30	100-20	10
Média	25-30	100-20	10
Alta	25-30	100-20	10

Fonte: DFCOR (1980)

Em função das quantidades aplicadas, deve-se observar o custo da fonte a ser aplicada. É conveniente empregar-se pelo menos 30 a 50 kg de N na forma de sulfato de amônio, principalmente quando se usam fontes concentradas que não possuem enxofre na sua composição. O restante do N pode ser aplicado via uréia. Quando o fertilizante nitrogenado for a uréia, incorporá-la à profundidade de 5 a 10 cm ou aplicá-la via água de irrigação. No caso de ter-se usado o gesso agrícola, pode-se usar apenas a uréia, porque esse elemento contém fonte de enxofre.

A adubação nitrogenada pode ser parcelada em duas aplicações, se necessário, com as plantas no estágio de seis e dez folhas.

Adubação com Fósforo

Para ser absorvido pela planta, o fósforo tem que sair da fase sólida e ir para a fase líquida. A planta absorve o fósforo e o solo o repõe em quantidade e em velocidade suficiente para atender a demanda nutricional da mesma. Se tudo isto ocorrer em equilíbrio, o solo estará com sua fertilidade alta; caso contrário, deverá corrigir o desequilíbrio para manter o potencial produtivo.

Os extratores químicos irão definir o elemento “disponível”, ou seja, uma indicação parcial da quantidade do que a planta poderá absorver e, portanto, deve apresentar uma estreita relação com a produção vegetal. A análise de solo, portanto, apesar de ser uma ferramenta útil, não considera essas relações de dinamismo entre o solo (fornecedor do nutriente) e a planta. Isto demonstra a necessidade do acompanhamento técnico das áreas em produção, sugerindo aumentos ou reduções nas recomendações da adubação.

Para melhorar essa interpretação do elemento “disponível”, principalmente quando do uso do extrator Mehlich 1, é necessária a inclusão de algum parâmetro que possa ajudar nessa interpretação. Isso pode ser feito tanto pelo lado técnico quanto pelo lado prático, como, por exemplo, o histórico de uso do solo.

Como implicação prática desses fatos, há a necessidade da interpretação técnica da análise de solo e também de se manter um histórico de uso das áreas cultivadas. A Tabela 3 indica as quantidades de P_2O_5 recomendadas em função da faixa de produtividade dentro da fertilidade específica.

Tabela 3. Recomendações para a adubação fosfatada no cultivo do milho verde, em função dos teores de fósforo no solo.

Classificação dos Teores de P no solo	Manejo do resíduo Kg de P_2O_5 ha ⁻¹	
	Sem a retirada	Com a retirada
Baixo	100	120
Médio	110	130
Alto	120	140

Fonte: IL - SEMG (1998)

Adubação com Potássio

Nas análises de rotina, determina-se o potássio “disponível” para as plantas através de um extrator químico que retira uma determinada quantidade de K, sem especificar a forma. Normalmente, esse extrator deve retirar, predominantemente, as formas de K-trocável e o K- na solução do solo. Para a uniformização dos resultados, utiliza-se o mesmo extrator usado para o Fósforo Mehlich 1.

No solo, o potássio possui pouca mobilidade, portanto, adubações de cobertura devem ser observadas com cuidado, principalmente em solos argilosos. Algumas vezes, para repor o K extraído, recomenda-se sua aplicação em cobertura; entretanto, essa adubação será mais efetiva para as safras seguintes. É importante adotar práticas conservacionistas para preservar a fertilidade do solo.

Diversos trabalhos, em diferentes regiões e culturas (Braga & Brasil Sobrinho, 1973, Rajj, 1973, Ritchey et al., 1979), têm demonstrando que o nível crítico para K disponível, determinado pelo método Mehlich 1, está situado entre 50 e 60 mg kg⁻¹ e a interpretação da análise de solo pode ser avaliada pela Tabela 4.

Devido às altas quantidades de K a serem aplicadas, sugere-se o parcelamento entre as adubações de plantio e de cobertura. Neste caso, observar o custo das fórmulas 20-0-20 e 20-5-20.

A aplicação de todo o K em cobertura deve ser feita juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura, no máximo 25 dias após a emergência das plantas.

Observação: em solos com deficiência de Zinco, aplicar 7,5 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco por ano, ou utilizar fórmulas que contenham zinco.

Tabela 4. Recomendações do uso do potássio para o cultivo do milho verde, em função dos teores de K no solo. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

Classificação dos Teores de K no solo	Atribuição do resíduo K ₂ O no solo		
	Sem a adubação	Com a adubação	
		Panteio	Cobertura
Baixo	20	20	20
Médio	30	30	10
Alto	40	40	0

Fonte: CEMBRAS (1988)

Bibliografia citada

AMEDEE, G.; PEECH, M. The significance of KCl-extractable Al (III) as an index to lime requirement of soils of the humid Tropics. **Soil Science**, Baltimore, v.121, n.4, p.227-33, 1976.

BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; MENDES, J. F.; PITTA, G. V. E.; OLIVEIRA, A. C. Formas de fósforo inorgânico e fósforo "disponível" em um Latossolo Vermelho Escuro, fertilizado com diferentes fosfatos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.6, p.99-104, 1982.

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A.; TEIXEIRA, J. P. F.; TISELLI FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja cultivar Santa Roxa. **Bragantia**, Campinas, v.35, n.21, p.237-247, 1976.

BLACK, C.A. Nitrogen. In: BLACK, C.A. **Soil-plant relationships**. London: J. Wiley, 1968. p.405-557.

BRAGA, J. M.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos de Minas Gerais. I Potássio disponível. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.53-64, 1973a.

BRAGA, J. M.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos de Minas Gerais; III. Potássio não trocável. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.111, p.301-312, 1973b.

CAMARGO, A. P. de. Influência da granulometria de três materiais corretivos, na neutralização da acidez do solo. **Bragantia**, Campinas, v.35, p.101-106, CI-CVI. 1976.

CASTRO, A. F. de.; ANASTÁCIO, M. L. A.; BARRETO, W. O. Potássio disponível em horizontes superficiais de alguns solos brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.7, p.75-80, 1972.

CATANI, R. A.; GALLO, J. R. Avaliação de exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.30, n.1/3, p.49-60, 1955.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 3ª aproximação. Belo Horizonte: EPAMIG, 1978. 80p.

LOPES, A. S.; VASCONCELLOS, C. A.; NOVAIS, R. F. de. Adubação fosfatada em algumas culturas nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; COEDERT, W. J. **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA - DID, 1982. p.137-200.

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ/Marprint, 1978. p.427-479.

METSON, A. J. The long term potassium suppling power of New Zeland soils. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 9., 1968, Adelaide, Australia. **Transaction...** [S.l.:s.n., 196?]. p.621-630.

NOGUEIRA, F. D.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, G. E. dos.; FRANÇA, G. E. de. O potássio na agricultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.81, p.47-52, 1981.

OLSEN, S.R.; WATANABE, F. S.; DANIELSON, R. E. Phosphorus absorption by corn roots as affected by moisture and phosphorus concentration. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.25, p.289-294, 1961.

PEECH, M.; COWAN, R. L.; BAKER, J. H. A critical study of the BaCl triethanolamine and the ammonium acetate methods for determining the exchangeable hydrogen content of soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.26, n.1, p.37-40, 1962.

RAIJ, B. van. **Avaliação de fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato/ Instituto Internacional da Potassa, 1981. 144p.

RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.26, n.6, p.575-579, 1973.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; ZULLO, M. A. T. O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.38, n.7, p.57-69, 1979.

RAIJ, B. van; KUPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos. Estudo comparativo de alguns métodos. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.30, p.337-336, 1966.

RITEY, K. D.; SOUZA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Potássio em solo de cerrado. I. Resposta à adubação potássica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, **Campinas**, v.3, p.29-32, 1979.

SCHOFIELD, R. K.; TAYLOR, A. W. The measurement of soil pH. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.19, p.164-167, 1965.

SILVA, J. E. da. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solo sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.3, p.329-333, 1980.

SILVA, R.; BORGES, A. C.; NOVAIS, R. F.; THIEBAUT, J. T. L. Efeito de níveis de corretivos em diferentes relações Ca:Mg sobre o comportamento das variedades UFV-1 e IAC-2 da soja. In REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16, 1984, Ilheus. **Resumos...** Ilheus: CEPLAC, 1984.

VASCONCELLOS, C. A.; BARBOSA, J. V. A.; SANTOS, H. L. dos.; FRANÇO, G. E. de.; BAHIA FILHO, A. F. C. Acumulação de massa seca e de nutrientes por dois híbridos de milho cultivados com e sem irrigação suplementar. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15, 1984, Maceio, AL. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.79-88

VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos.; BAHIA FILHO, A. F. C.; OLIVEIRA, A. C.; PACHECO, E. B. Amostragem do solo em área com adubação fosfatada aplicada a lanço e no sulco de planto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n.3, p.221-225, 1982.

VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos.; PITTA, G. V. E.; BAHIA FILHO, A. F. C. Avaliação da eficiência de fosfatos de rocha na cultura do sorgo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13, Londrina. **Coletânea de resumos...** Londrina: IAPAR, 1980. p.132.

WETSELAAR, R. ; FARQUHAR, G.D. Nitrogen losses from tops of plants. **Advances in Agronomy**, New York, v.39, p.263- 302, 1980.

ZÚÑIGA, A. A. T.; CATANI, R. A. Extração de diversos íons do solo com solução normal de KCl. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.24, p.289-313, 1967.

Circular Técnica, 17



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Caixa Postal 151

Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3779-1000

Fax: (31) 3779-1088

E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2002): 500 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Ivan Cruz

Secretário-Executivo: Frederico Ozanan M. Durães

Membros: Antônio Carlos de Oliveira, Arnaldo Ferreira da Silva, Carlos Roberto Casela, Fernando Tavares Fernandes e Paulo Afonso Viana

Expediente

Supervisor editorial: José Heltor Vasconcellos

Revisão de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira

Tratamento das ilustrações: Tânia Mara A. Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara A. Barbosa