

Cultivo do Milheto

[Flávia Cristina dos Santos](#)
[Antônio Marcos Coelho](#)
[Alvaro Vilela Resende](#)

Sumário

- [Apresentação](#)
- [Importância econômica](#)
- [Clima](#)
- [Ecofisiologia](#)
- [Fertilidade de solos](#)
- [Cultivares](#)
- [Plantio](#)
- [Plantas daninhas](#)
- [Doenças](#)
- [Pragas](#)
- [Colheita e pós-colheita](#)
- [Referências](#)
- [Glossário](#)
- [Expediente](#)

Fertilidade de solos

Uma característica reconhecida do milheto é sua adaptabilidade aos solos ácidos e de baixa fertilidade, os quais são extremamente limitantes para o cultivo do milho, do sorgo e de outras culturas. Essa boa adaptação se deve à sua capacidade de extração de nutrientes, face ao seu sistema radicular profundo e abundante, podendo atingir mais de dois metros de profundidade.

No entanto, o milheto responde à correção do solo e à adubação, sendo tais técnicas fundamentais para se obter maiores patamares de produtividade. O milheto tem potencial genético de produtividade de até 6 ton/ha, associando-a ao um manejo adequado do cultivo (espaçamento entre fileiras de 0,45m, com 0,20m entre plantas, irrigação ou suplementação para cerca de 440mm totais durante o ciclo, fornecimento suficiente de nutrientes, principalmente N, com dose estimada de 300 kg/ha e manejo integrado de pragas e doenças). Comparando materiais nacionais e africanos, em solo corrigido e adubado, obteve-se uma produção média de grãos de 2,7 ton/ha com as cultivares locais, enquanto as africanas produziram 4ton/ha. Os híbridos graníferos a serem lançados no Brasil apresentam um potencial de produção em torno de 3,6ton/ha nas condições de safrinha. Para as cultivares existentes no Brasil, estima-se que as cultivares ADR300 e ADR500 produzem em torno de 1,5ton/ha na safrinha, enquanto o híbrido ADR7010 apresenta potencial de produção de 2,4ton/ha, além da produção de palhada de excelente qualidade.

Resultados de literatura mostram que a produção de massa seca, quando o milheto é cultivado na primavera ou no verão, varia de 6 a 20ton/ha, enquanto na safrinha varia de 3 a 10ton/ha com cultivares melhoradas. Há dados na literatura mostrando que as cultivares ADR500 e ADR300 produziram massa verde acima de 70ton/ha, enquanto que a produção de massa seca atingiu em torno de 20ton/ha. Em outros estudos utilizando as cultivares ADR300, ADR500 e o híbrido ADR7010 semeados a lanço na primavera, foram obtidos, aos 50 dap, a produção de massa verde respectivamente de 116, 119 e 122ton/ha e de massa seca respectivamente de 15, 14 e 14ton/ha. Com estes resultados, observa-se a grande capacidade de produção de massas verde e seca em condições favoráveis de clima e solo.

Essas diferenças mostram que os materiais genéticos e o manejo da nutrição das plantas são fatores a serem considerados de forma a otimizar a produção da cultura, tentando-se aproximar do seu potencial.

Comparativamente a culturas como o milho e a soja, o milheto dispõe de menos estudos relacionados às suas exigências nutricionais e respostas à adubação. A seguir, são apresentados procedimentos básicos e recomendações de manejo da fertilidade do solo visando a maiores desenvolvimento e produtividade do milheto.

Diagnose da fertilidade do solo

O solo é o substrato de crescimento das plantas, sendo originário de fatores complexos de formação, que envolvem o material de origem, o clima, o relevo, o tempo e organismos. As diversas combinações destes fatores permitem a formação de solos com capacidades diferenciadas de fornecimento de nutrientes, que precisam ser consideradas na avaliação de sua fertilidade. Além disso, para solos já cultivados, o manejo adotado imprime condições peculiares que também merecem ressalva. A exemplo, sistemas de plantio convencional, direto ou integração lavoura-pecuária

apresentam diferenças na mobilização e ciclagem de nutrientes no solo, demanda de nutrientes pelas culturas componentes dos sistemas de sucessão, rotação ou consórcio e condições físicas particulares (estrutura, porosidade, capacidade de retenção de água etc.). Dessa forma, o monitoramento e a diagnose da fertilidade do solo são fundamentais para se realizar o manejo adequado da fertilização das culturas, buscando otimizar o uso de insumos, com menor custo de produção e menor risco ao ambiente.

A ferramenta mais utilizada para diagnose da fertilidade do solo é sua análise química e granulométrica (textura), que deve ser realizada em laboratórios com controle de qualidade reconhecidos para se ter um diagnóstico mais confiável. Além disso, uma boa análise de solo inicia-se com uma boa amostragem, que deve envolver a divisão da área em glebas homogêneas, coleta de número suficiente de amostras simples para formar uma amostra composta que seja representativa da área (15 a 20 amostras simples por gleba homogênea).

As amostras podem ser retiradas com auxílio de trado, pá de corte ou enxadão. No caso de lavouras cultivadas no sistema de preparo convencional, são recomendadas amostragens das camadas de 0-20cm e de 20-40cm. Para lavouras sob sistema plantio direto, as camadas amostradas devem ser de 0-10cm, 10-20cm e 20-40cm. A coleta de solo na profundidade de 20-40cm é indicada para uma caracterização inicial da área (na primeira vez que se analisa o solo) e sempre que se queira detectar a necessidade ou não de gessagem. Realizada a coleta, é preciso fazer o correto acondicionamento das amostras em sacos plásticos limpos e identificá-los para envio ao laboratório. Quando o envio não for imediato, as amostras devem ser secas ao ar.

De posse dos resultados da análise de solo, é possível diagnosticar sua fertilidade baseando-se nos teores de nutrientes estabelecidos nas tabelas de interpretação da disponibilidade de nutrientes no solo existentes em manuais de recomendação de corretivos e fertilizantes, como a 5ª Aproximação, o Boletim Técnico 100, Cerrado: Correção do solo e adubação etc.. Assim, a fertilidade dos solos pode ser classificada como muito alta, alta, média, baixa e muita baixa (Figura 1). Cabe ressaltar que cada manual apresenta particularidades regionais e na Tabela 3 são apresentadas as classes de disponibilidade de P e K para o Cerrado.

Fonte : Coelho & Resende (2009).

CLASSES DE INTERPRETAÇÃO	FONTES RELATIVAS DE NUTRIENTES EM DIFERENTES NÍVEIS DE FERTILIDADE DOS SOLOS	NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA
MUITO ALTA	SOLO	100%
ALTA	SOLO FERT*	90 - 100 %
MÉDIA	SOLO FERTILIZANTE	70 - 90 %
BAIXA	SOLO FERTILIZANTE	50 - 70 %
MUITO BAIXA	SOLO FERTILIZANTE	< 50 %
	NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO	

*Solos com níveis de fertilidade nas classes média, alta e muito alta: adubação de arranque ou manutenção

Fig. 1. Conceito esquemático do estabelecimento de critérios para interpretação dos indicadores da fertilidade nas análises de solos.

Exigências nutricionais

As exigências nutricionais do milho variam com a idade da planta, tornando-se mais intensa no início da fase reprodutiva. Pela Figura 2, verifica-se que entre os 51 e os 93 dias após a semeadura, há uma elevada taxa de acúmulo de massa seca, que

deve ser acompanhada pelo acúmulo de nutrientes. Esse período coincide com a fase de enchimento de grãos.

A demanda de nutrientes pelo milho também depende do potencial de produtividade. À medida em que aumenta o potencial ou a expectativa de produção (biomassa ou grãos), aumenta a demanda de nutrientes pela planta. Essa relação pode ser observada nas Tabelas 1 e 2. A extração dos macro e dos micronutrientes aumenta com o aumento na produtividade de massa seca. A maior exigência do milho refere-se ao potássio e ao nitrogênio, seguindo-se cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Adicionalmente à idade e à expectativa de produtividade, deve-se considerar a finalidade de uso do milho: forragem, produção de grãos ou planta de cobertura no sistema plantio direto, pois cada uma implicará numa dinâmica diferenciada dos nutrientes no sistema solo-planta.

No milho destinado à produção de forragem, todo material é cortado e removido do campo antes que a cultura complete seu ciclo, resultando em remoção de nutrientes maior do que a observada na produção de grãos e na produção de palhada para cobertura do solo. Na exploração dos grãos, são exportados apenas os nutrientes acumulados nessas partes da planta e o milho, como planta de cobertura, constitui importante reserva de nutrientes no solo, cuja capacidade da planta em ciclar nutrientes de camadas mais profundas do solo permite que essa cultura contribua com a nutrição mineral da cultura em sucessão. Isso faz com que a incorporação dos restos culturais do milho devolva ao solo parte dos nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e magnésio, contidos na palhada. Entretanto, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção e em decorrência da exportação de nutrientes pelos grãos, faz-se necessária a reposição desses nutrientes em cultivos seguintes. A percepção de tais questões auxiliará no manejo da adubação do milho, de forma a repor as quantidades retiradas do solo, evitando sua degradação e visando a manter a sustentabilidade da produção.

Tabela 1. Produção e extração de macronutrientes na massa seca (MS) de plantas de milho.

Cultivar	Fase	MS	N	P	K	Ca	Mg	S
		t ha ⁻¹	Kg/ha					
ADR 300	Pré-emborrachamento (36 dap) na primavera	3,5	88	8	246	23	11	0,4
NPM3-ALT	Emborrachamento	4,4	72	11	143	21	12	
ADR 300	Pré – florescimento (52 dap) na primavera	5,0	101	10	371	32	21	0,5
NPM1-ALT	Emborrachamento	6,0	99	15	160	26	18	
BN2	62 dias após o plantio (dap)	6,3	64	14	171	24	18	5
Não definida	50 dap	7,1	122	16	124	26	17	
9317464	9317464	7,1	117	15	188	30	16	
BN2	73 dap	7,4	69	24	194	32	21	11
9317461	Emborrachamento	7,7	127	17	205	34	22	
CMS 01	Emborrachamento	8,5	139	19	195	37	24	
ADR 300	Início do florescimento (50 dap) na primavera	8,8	205	25	448	59	29	1,3
CMS 03	Emborrachamento	9,3	153	18	231	36	28	
BN2	Florescimento pleno	10,3	166	23		41	23	13
ADR 500	51 dap na safrinha (50 % de florescimento)	10,8	122	17	417	76	40	18
BN2	52 dap no verão	12,6	348	36	314	135	52	
Híbrido ADR7010	Início do florescimento (50 dap) na primavera	14,1	351	173				
ADR300	Início do florescimento (50 dap) na primavera	14,2	332	163				

ADR500	Início do florescimento (50 dap) na primavera	15,4	331		180			
Média		8,8	167	18	231	42	23	7

Fonte: Adaptado de Marques et al. (2002); Braz et al. (2004); Silva (2005); Carpim et al. (2006); Boer et al. (2007); Torres et al. (2008); Carpim et al. (2008) e Souza et al. (2008).

Tabela 2. Produção e extração de micronutrientes na massa seca (MS) de plantas de milho.

Cultivar	Fase	MS	Cu	Fe	Mn	Zn
		t ha ⁻¹	Kg/ha			
BN2	62 dap	6,3	0,04	2,01	0,36	0,16
BN2	73 dap	7,4	0,05	4,82	0,69	0,23
BN2	52 dap (verão)	12,6	0,18	3,79	0,63	0,46
Média		8,8	0,09	0,09	0,56	0,28

Fonte: Adaptado de Silva (2005) e Braz et al. (2004).

Fonte: Adaptado de Geraldo et al. (2000).

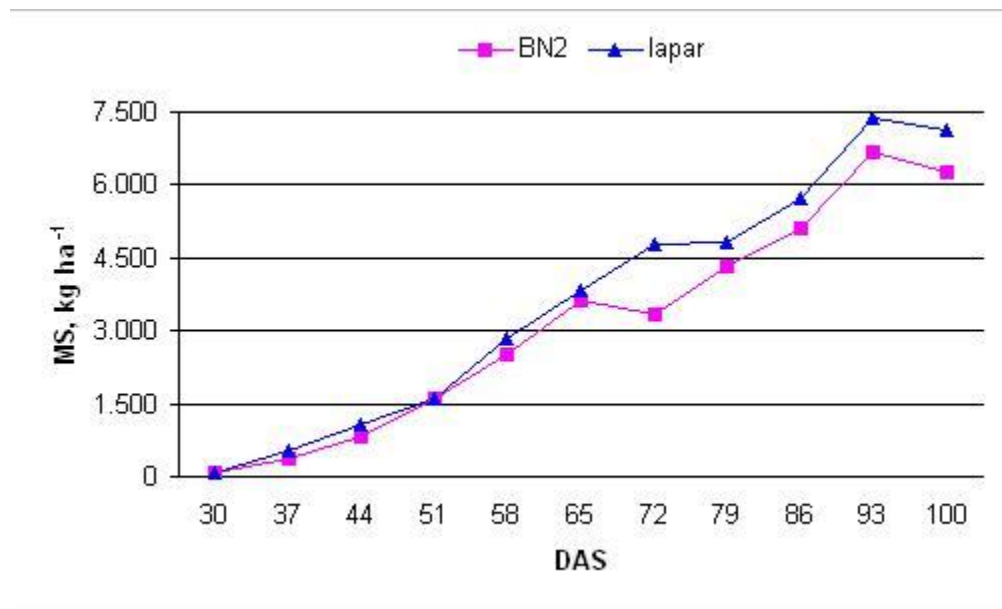


Fig. 2. Produção de massa seca de milho (MS) como variável dos dias após a semeadura (DAS).

Calagem e gessagem

As recomendações de calagem objetivam corrigir a acidez do solo e tornar insolúvel o alumínio, o que, aliado a outras práticas de manejo da fertilidade, tem a função de elevar a capacidade produtiva dos solos. As quantidades de corretivos da acidez do solo são determinadas por diferentes metodologias e visam ao retorno econômico das culturas a médio prazo (4 a 5 anos). Como a calagem é uma prática que envolve sistemas de rotação e de sucessão de culturas, na sua recomendação deve-se priorizar a cultura mais sensível à acidez do solo. Assim, pelos seus efeitos e pela importância nos diferentes níveis tecnológicos dos diversos sistemas de produção usados no Brasil, o desenvolvimento ou a adaptação de cultivares mais tolerantes à acidez do solo via melhoramento genético não elimina o uso do calcário na agricultura.

Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência. Para solos de textura média, por exemplo, a saturação por base deverá ser elevada para cerca de 40% a 45%. Como exemplo, são apresentadas as

fórmulas para cálculo da necessidade de calagem pelo método da saturação por bases e da neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg.

Saturação por bases:

$$NC = (Ve - Va)T/100$$

NC = necessidade de calagem

Ve = saturação por bases esperada (para milho, recomenda-se 50%)

Va = saturação por bases atual (obtida na análise química do solo)

T = CTC a pH 7

Neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg:

$$NC = 2Al + [2 - (Ca + Mg)]$$

Al, Ca e Mg = obtidos na análise química do solo

Há, ainda, necessidade de corrigir a necessidade de calagem pelo PRNT do calcário utilizado: $NC/PRNT =$ dose de calcário a ser aplicada.

O calcário deve ser aplicado em superfície, a lanço, e incorporado com grade a 20cm de profundidade. O insumo apresenta efeito residual de cerca de 4 a 5 anos.

No sistema de plantio direto, o calcário é aplicado a lanço e sem incorporação. No entanto, como premissa para adoção do sistema, o solo já deve estar corrigido e, somada à presença de canalículos de meso e macrofauna, bem como pela morte de raízes, há movimentação do calcário em profundidade, o que torna a técnica eficiente.

Embora a toxidez por alumínio na superfície do solo (0-20cm) possa ser corrigida pela aplicação de calcário, sua baixa solubilidade e a movimentação no solo impedem, em curto período de tempo, a eliminação ou a redução do alumínio tóxico no subsolo (> 20 cm). Desta forma, o gesso surge como estratégia para correção da acidez subsuperficial.

A tomada de decisão sobre o uso do gesso agrícola deve sempre ser feita com base no conhecimento de algumas características químicas e na textura do solo da camada subsuperficial (20 a 40cm). Haverá maior probabilidade de resposta ao gesso quando a saturação por alumínio na CTC efetiva (valor "m" na análise de solo) for maior do que 20% ou o teor de Ca menor que 0,5cmolc dm⁻³ de solo.

O cálculo da dose de gesso é dado pela fórmula $DG = 50 \times$ teor de argila do solo.

Recomendação e manejo da adubação

Nos sistemas de produção de grãos atualmente em uso no país, o milho geralmente entra como cultura de rotação, semeado sobretudo em safrinha. Por isso, via de regra, o cultivo do milho é feito valendo-se apenas do efeito residual da adubação das culturas principais, sem maiores investimentos em fertilizantes. Esse manejo se vale do fato de que o milho é uma planta adaptada a solos de baixa fertilidade, sendo capaz de produzir razoavelmente mesmo nestas condições.

Entretanto, apesar do bom desempenho em condições menos favoráveis, em que outras culturas como milho, sorgo e soja não se desenvolvem bem, o milho é uma cultura altamente responsiva às adubações. Dessa forma, a obtenção de produtividades mais elevadas envolve um manejo adequado da adubação para o milho. Este manejo envolve a recomendação de doses adequadas de acordo com as exigências da cultura, bem como uma série de outras medidas relacionadas às formas de aplicação, à época e às fontes de fertilizantes.

Um bom programa de manejo da adubação deve atender ao princípio do balanço

nutricional, ou seja, a quantidade de nutrientes a ser aplicada é definida pela diferença entre a demanda de nutrientes pela planta e o fornecimento pelo solo. Em relação ao fornecimento, é preciso conhecer a quantidade de nutrientes disponíveis no solo, ou seja, é necessário fazer a diagnose de sua fertilidade por meio de análise química e física (textura, essencialmente) e considerar o histórico de uso da área (sequências de cultivos, que possibilitam estimar a contribuição da palhada com reciclagem de nutrientes, correções e adubações realizadas na área, deficiências mais comuns nas plantas).

Adubação nitrogenada

O milho apresenta produção média de 7 a 10ton/ha de massa seca (MS) e, dependendo da cultivar, das condições climáticas, da época de plantio e da fertilidade do solo, pode chegar até a 20ton/ha de MS. Em função do alto potencial produtivo da espécie, há grande demanda por N. Quando o milho for utilizado como planta de cobertura de solo em sucessão a uma gramínea (milho, sorgo etc.), recomenda-se aplicação de 20 a 30kg/ha de N na semeadura, juntamente com o P e o K se necessários (Tabela 3). Quando cultivado em sucessão a uma leguminosa (por exemplo a soja), pode-se dispensar a adubação nitrogenada.

Quando o milho for utilizado como silagem, forragem ou para produção de grãos (entre 2 e 3ton/ha), além da aplicação do N na semeadura (20 a 30kg/ha), recomenda-se a aplicação de 60 a 80kg/ha de N em cobertura no início do perfilhamento.

Em plantio de safrinha após as culturas de soja ou de milho, o milho vem sendo cultivado apenas no resíduo da adubação dessas culturas, com produção bastante satisfatória. Entretanto, a aplicação, em cobertura, de 30kg a 60kg/ha de N contribui para aumentar a produtividade e a qualidade de massa seca, a produção de grãos e estender o período de pastejo. Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência, devendo o nitrogênio ser usado na base de 50 a 100kg/ha.

Variedades melhoradas geneticamente e híbridos de milho respondem mais eficientemente à adubação nitrogenada. Em áreas de plantio de milho na Índia, com base na resposta à aplicação de N, é estimado que, para cada 1kg de N aplicado, a planta produza entre 10 e 15kg (variedades) e 30 e 60kg (híbridos) de grãos. Entretanto, a dose mais econômica se situa em torno de 40kg/ha de N e, em regiões com maior índice pluviométrico, são recomendados cerca de 60 a 80kg/ha de N.

Adubação fosfatada e potássica

A análise do solo se mostra útil para discriminar potenciais de respostas do milho à adubação fosfatada e potássica, seguindo as tabelas de interpretação das classes de disponibilidade, a exemplo para a região dos Cerrados (Tabela 3), e para definir a necessidade de adubação com esses nutrientes.

Tabela 3. Interpretação das classes de disponibilidade de fósforo de acordo com o teor de argila no solo e de disponibilidades de potássio para o Cerrado.

Teor de argila (%)	Teor de P no solo ^{1/}				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
		mg / dm ⁻³			
< 15	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	> 25,0
16 a 35	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	> 20,0
36 a 60	0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
> 60	0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0

	Teor de K disponível no solo ^{1/} (CTC a pH 7,0 menor do que 4,0 cmol _c dm ⁻³)			
	Baixo	Médio	Adequado	Alto
		mg / dm ⁻³		
	< = 15,0	16,0 a 30,0	31,0 a 40,0	> 40,0
	Teor de K disponível no solo ^{1/} (CTC a pH 7 igual ou maior do que 4,0 cmol _c dm ⁻³)			
	< = 25,0	26,0 a 50,0	51,0 a 80,0	> 80,0

^{1/} Método Mehlich-1.

Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2004) e Vilela et al. (2004).

Assim, de posse dos resultados das análises de solo (Tabela 4) e com base na finalidade de exploração, pode-se definir a necessidade de adubação e as quantidades a serem aplicadas

Tabela 4. Recomendações de adubação do milho com base na finalidade de exploração e na análise de solo.

Finalidade de exploração	Disponibilidade de P			Disponibilidade de K		
	Baixa	Média	Adequada	Baixa	Média	Adequada
	Doses de P ₂ O ₅ – kg ha ⁻¹			Doses de K ₂ O – kg/ha ⁻¹		
Cobertura do solo	20 – 40	0	0	30 – 40	0	0
Produção de grãos	50 – 80	30-50	20-40	60 – 100 50	40 - 60	30 - 50
FORAGEM ou silagem	60 – 100	40 - 60	30 - 50	60 – 120 60	40 - 70	30 - 60

Fonte: Adaptado de Cantarutti et al. (1999) e Sousa & Lobato (2004b).

Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência. Para solos de textura média, por exemplo, o fósforo para 6 a 8mg/dm⁻³ e o potássio para 50mg/dm⁻³.

Adubação com micronutrientes

A necessidade de alcançar altos patamares de produtividade tem levado a uma crescente preocupação com a adubação com micronutrientes. A sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie de planta. As gramíneas, de um modo geral, apresentam alta sensibilidade à deficiência de zinco, média à de cobre, ferro e manganês e baixa à de boro e molibdênio.

No Brasil, pode-se dizer que o zinco é o micronutriente mais limitante à produção das gramíneas, sendo a sua deficiência muito comum na região central do país, onde predominam solos sob vegetação de Cerrado. Nesta condição, a quase totalidade das pesquisas realizadas mostra respostas – por exemplo do milho, do sorgo, do arroz, do trigo e de outras culturas – à adubação com zinco; o mesmo não ocorre com os outros nutrientes.

Para adubação de plantio para o milho, quando os teores de micronutrientes encontrarem-se no nível baixo (Tabela 5), aplicar conforme a situação a lanço, 2kg/ha de B, 2kg/ha de Cu, 6kg/ha de Mn, 0,4kg/ha de Mo e 6kg/ha de Zn. Estas doses poderão ser divididas em três partes iguais e aplicadas no sulco de semeadura em três cultivos sucessivos. Com os teores no nível médio, aplicar no sulco 25% das doses recomendadas a lanço e com o teor no nível alto não se recomenda nenhuma aplicação.

Recomenda-se as análises de solo e foliar a cada dois cultivos para verificar a necessidade de reaplicação desses nutrientes. Quando a deficiência ocorrer durante

o desenvolvimento da cultura, recomenda-se pulverizar com um volume de calda de 380L/ha a 0,5% de bórax ou 0,3% de ácido bórico, 0,5% de sulfato de cobre, 0,5% de sulfato de manganês e a 0, % de sulfato de zinco e 1g/L de hidróxido de cálcio (cal extinta ou cal hidratada).

Tabela 5. nterpretação de resultados de análise de micronutrientes em solos de Cerrado.

Teor	B (água quente)	Cu	Mn	Zn
	----- Mehlich 1 ¹ -----			
----- mg dm ⁻³ -----				
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 1,9	0 a 1,0
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6

¹ Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H2SO4 0,0125 mol L), na relação solo: solução de 1: 10 e com cinco minutos de agitação.

Fonte: Adaptado de Galvão (2004).

