

Recomendação de Calagem e Adubação para o Cultivo da Mandioca

Luciano da Silva Souza¹

Jaeveson da Silva²

Laercio Duarte Souza³

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em todas as regiões do Brasil, desempenhando papel importante na alimentação humana e animal, como matéria-prima para vários produtos industriais e na geração de emprego e de renda.

O Brasil ocupa a segunda posição na produção mundial de mandioca (12,7% do total), com área cultivada de cerca de 1,7 milhões de hectares, produção da ordem de 22,6 milhões de toneladas de raízes e produtividade média de 13,3 t/ha. Dentre os principais estados produtores destacam-se: Pará (18,0%), Bahia (16,3%), Paraná (12,5%), Rio Grande do Sul (5,0%) e Amazonas (4,3%), que respondem por 56,1% da produção do país. Estima-se que, nas fases de produção primária e no processamento de farinha e fécula, gera-se em torno de um milhão de empregos diretos e que a atividade mandioqueira proporciona receita bruta anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares e uma contribuição tributária de 150 milhões de dólares; a produção que é transformada em farinha e fécula gera, respectivamente, receitas equivalentes a 600 milhões e 150 milhões de dólares.

A Região Nordeste destaca-se com uma participação de 36,8% da produção nacional; as demais regiões participam com 28,7% (Norte), 19,7% (Sul), 8,8% (Sudeste) e 6,0% (Centro-Oeste).

Solos

Para o bom desenvolvimento das raízes, principal produto da mandioca, os solos devem ser profundos e friáveis (soltos), sendo ideais os solos arenosos ou de textura média, por possibilitarem um fácil crescimento das raízes, adequada drenagem e facilidade de colheita (arranquio). Os solos com alto teor de argila devem ser evitados, pois apresentam maior tendência à compactação, dificultando o crescimento das raízes, maior risco de encharcamento e de apodrecimento das raízes tuberosas e dificultam a colheita, principalmente se ela coincide com a época seca. Os terrenos de baixada, com topografia plana e sujeitos a encharcamentos periódicos, são também inadequados

¹Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Universitário de Cruz das Almas, Cruz das Almas, BA, lsouza@ufrb.edu.br

²Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, jaeveson@cnpmf.embrapa.br

³Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, laercio@cnpmf.embrapa.br

para o cultivo da mandioca, pois restringem o desenvolvimento das plantas e provocam o apodrecimento das raízes.

Devem ser preferidos os terrenos planos ou levemente ondulados, com declividade menor que 5%, podendo ir no máximo até 12% quando são utilizadas práticas conservacionistas (plântio em nível, cordões vegetados, terraços etc.), pois as áreas com plântio de mandioca estão sujeitas a acentuadas perdas de solo e água por erosão.

A faixa favorável de pH é de 5,5 a 6,5 embora a mandioca seja menos afetada pela acidez do solo do que outras culturas. Como a maioria das plantas, a mandioca produz bem em solos com alto teor de nutrientes, embora rendimentos satisfatórios sejam obtidos em solos degradados fisicamente, ácidos e com baixos teores de nutrientes, onde a maioria dos cultivos tropicais não produziria satisfatoriamente. Na Região Nordeste, grande parte da produção ocorre em solos de tabuleiro, os quais, quando corrigidos por calagem, supridos de nutrientes por adubações (orgânica e mineral) e tendo reduzida a sua resistência à penetração das raízes em profundidade, oferecem condições satisfatórias ao cultivo da mandioca.

Análise Química do Solo

Para uma recomendação correta de calagem e adubação é necessária a análise química do solo. A amostragem de solo para essa recomendação deve ser realizada com antecedência de 60 a 90 dias do plântio, enviando imediatamente as amostras ao laboratório, para que sejam realizadas a análise química e as devidas recomendações. Esse período de tempo é suficiente para receber os resultados, adquirir os produtos e aplicar o calcário, se necessário, permitindo a sua reação no solo antes do plântio.

Na coleta das amostras de solo devem ser considerados os seguintes passos:

- Separar o terreno em quadras uniformes quanto ao tipo (arenoso, misto ou barrento) e cor do solo (escuro, vermelho, amarelo, acinzentado...), utilização, declividade etc. Em cada quadra coleta-

se uma amostra de solo composta de diversas subamostras, separando-se das demais quadras.

- Percorrer toda a quadra em ziguezague, retirando ao acaso subamostras de 15 a 20 pontos diferentes, coletando a terra na profundidade de 0 a 20 centímetros em cada ponto, com o auxílio de um trado, enxadeta, cavadeira ou pá reta.
- As subamostras coletadas em campo devem ser reunidas em um recipiente limpo (um balde, por exemplo). Ao finalizar a amostragem, o solo deve ser bem misturado, no balde utilizado em campo ou sobre um plástico limpo.
- Após isso, retirar uma quantidade de terra de mais ou menos 500 gramas (meio litro), colocar em um saco plástico limpo, identificar com o nome do proprietário, nome da propriedade, município e cultura a ser implantada na quadra, e enviar imediatamente para o laboratório credenciado.
- Procurar por outras informações nos órgãos de assistência técnica, caso necessário.

Em geral, recomenda-se realizar as seguintes determinações: acidez (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), sódio (Na), hidrogênio e alumínio (H + Al), matéria orgânica e os micronutrientes manganês (Mn) e zinco (Zn), como também os cálculos da soma de bases, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%).

$$SB = K + Ca + Mg + Na, \text{ em cmol}_c/\text{dm}^3$$

$$CTC = SB (\text{soma de bases}) + (H + Al), \text{ em cmol}_c/\text{dm}^3$$

$$V = (SB \times 100)/CTC$$

Recomendação de Calagem

No Brasil, de modo geral, não se tem conseguido aumentos acentuados na produção da mandioca pela aplicação de calcário, confirmando a tolerância da cultura à acidez do solo. No entanto, após vários cultivos na mesma área, a planta responde à aplicação de calcário, principalmente como suprimento de cálcio e magnésio, que são o terceiro e quinto nutrientes mais absorvidos pela cultura.

A recomendação de calcário em mandioca para o Estado da Bahia é estabelecida com base no resultado

da análise química do solo, por meio das seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{NC (t/ha)} &= [2 - (\text{cmol}_c \text{ Ca} + \text{Mg/dm}^3)] \times f. \\ \text{NC (t/ha)} &= (\text{cmol}_c \text{ Al/dm}^3) \times f. \\ f &= 100/\text{PRNT}. \end{aligned}$$

Pode-se utilizar o critério da saturação por bases (V%), elevando o valor de V para 50%:

$$\text{NC(t/ha)} = \frac{(V_2 - V_1) \text{CTC}}{\text{PRNT}},$$

onde:

NC = necessidade de calagem (t/ha);

V_2 = 50 (saturação por bases do solo, em %, que se pretende alcançar);

V_1 = saturação por bases do solo, em %, revelada pela análise do solo;

CTC = capacidade de troca catiônica, em $\text{cmol}_c/\text{dm}_3$; e

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário, em %, informação que deve constar na embalagem do corretivo.

Após os cálculos, deve-se utilizar a maior quantidade de calcário determinada pelas fórmulas, aconselhando-se o máximo de uma tonelada de calcário por hectare, ainda que tenha sido encontrada quantidade mais elevada, pelo fato de a mandioca apresentar tolerância à acidez do solo. A má distribuição do calcário provoca o aparecimento de áreas localizadas (reboleiras) com pH elevado, o que induz a deficiências de Zn e Mn, refletidas em manchas amarelas que ocorrem nas plantas.

Ao final do ciclo da cultura e colheita das raízes, mas antes de preparar o solo para novo plantio, deve-se realizar nova amostragem do solo e encaminhar para análise química.

Deve-se fazer a rotação de cultura na área antes de realizar um novo plantio de mandioca. A cultura em rotação pode ser de ciclo curto (3 a 5 meses) ou anual. Nessa situação, recomenda-se a utilização da dose máxima de calcário recomendada.

Recomenda-se a utilização de calcário dolomítico ou magnesiano. O calcário deve ser aplicado a lanço em toda

a área, de modo uniforme, e incorporado até a profundidade de 20 centímetros ou mais, com antecedência de um a dois meses do plantio, para dar tempo de ele reagir no solo. A reação do calcário vai depender da disponibilidade de água no solo.

Recomendação de Adubação

A mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido, quase nada retornando ao solo sob a forma de resíduos culturais: as raízes tuberosas são destinadas à produção de farinha, fécula e outros produtos, bem como para a alimentação humana e animal; a parte aérea (manivas e folhas), para novos plantios, alimentação humana e animal. Em média, para uma produção de 25 toneladas de raízes + parte aérea de mandioca por hectare são extraídos 123 kg de N, 27 kg de P, 146 kg de K, 46 kg de Ca e 20 kg de Mg, traduzindo-se na seguinte ordem decrescente de extração: $K > N > Ca > P > Mg$. A calagem e a adubação da mandioca prevêm a reposição desses nutrientes.

Realizando-se a calagem e a adubação nas doses, épocas e modos de aplicação recomendados, e usando-se de forma adequada as demais práticas de cultivo, estima-se um rendimento médio de 20 toneladas de raízes por hectare. Há que se ressaltar que a média nacional é de cerca de 13 toneladas de raízes por hectare.

Nitrogênio: a mandioca tem apresentado baixas respostas em produção de raízes à aplicação de nitrogênio mineral, mesmo em solos com baixos teores de matéria orgânica, embora ele seja o segundo nutriente absorvido em maior quantidade pela planta. Possivelmente, esse fato deve-se à presença de bactérias diazotróficas, fixadoras de nitrogênio atmosférico, no solo da rizosfera, nas raízes absorventes, nas raízes tuberosas e nas manivas da mandioca. Em função disso, a adubação com nitrogênio mineral é um suporte preventivo, principalmente na fase de brotação e instalação da planta. Quando o objetivo é a produção de folha ou hastes, com previsões de vários cortes da parte aérea no ano, a reposição do adubo nitrogenado é necessária para proporcionar rápido crescimento vegetativo. A quantidade de nitrogênio recomendada para a mandioca, para o Estado da Bahia, pode ser vista na tabela 1.

Tabela 1. Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para a mandioca, para o Estado da Bahia.

Nutriente	Quantidades e épocas de aplicação	
	Plantio	Cobertura
N mineral ou orgânico	----- N (kg/ha) ⁽¹⁾ -----	
	-	30
P no solo (mg/dm³) – Mehlich-1	----- P ₂ O ₅ (kg/ha) ⁽²⁾ -----	
0 a 3	60	-
4 a 6	40	-
7 a 10	20	-
K no solo (cmol_c/dm³)⁽³⁾ – Mehlich-1	----- K ₂ O (kg/ha) ⁽⁴⁾ -----	
0 a 0,05	40	-
0,06 a 0,10	30	-
0,10 a 0,15	20	-

⁽¹⁾Quando na forma orgânica (esterco, torta de mamona, adubos verdes etc.), recomenda-se aplicar na cova, sulco ou a lanço, no plantio ou com alguns dias de antecedência, para que ocorra a sua fermentação, como observado com a torta de mamona. Quando na forma mineral (uréia ou sulfato de amônio), deve-se aplicar em cobertura ao redor da planta, no período de 30 a 60 dias após a brotação das manivas, com o solo úmido. ⁽²⁾Aplicar no fundo da cova ou do sulco de plantio, cobrindo com uma camada de solo, para não "queimar" a maniva-semente. ⁽³⁾cmol_c de K/dm³ = mg de K/dm³/390. ⁽⁴⁾Aplicar no período de 30 a 60 dias após a brotação das manivas, com o solo úmido, juntamente com o nitrogênio. Em solos muito arenosos e/ou em regiões com altas precipitações pluviais, parcela-se o potássio em duas aplicações, sendo metade da dose no plantio, junto com o fósforo, e a outra metade em cobertura, junto com o nitrogênio, no período de 30 a 60 dias após a brotação das manivas, com o solo úmido.

Fonte: Gomes & Silva (2006).

A cultura da mandioca apresenta respostas satisfatórias, em termos de produção de raízes e parte aérea, à aplicação de adubos orgânicos (esterco, tortas, compostos, adubos verdes e outros), principalmente em função das melhorias físicas, químicas e microbiológicas que ocorrem no solo. Devido a isso, esses adubos devem ser preferidos como fonte de nitrogênio. A adubação mineral pode ser realizada na forma de uréia (44% de N) ou sulfato de amônio (20% de N).

Fósforo: embora seja extraído em pequenas quantidades pela mandioca, a resposta da planta à adubação fosfatada tem sido significativa, com aumentos expressivos na produtividade de raízes. Esses aumentos devem-se ao fato de que os solos brasileiros em geral, e em particular os destinados ao cultivo da mandioca, são deficientes nesse nutriente.

Para determinação desse nutriente no solo normalmente utiliza-se o extrator de Mehlich-1. A interpretação do resultado obtido na análise do solo e a recomendação da quantidade de fósforo (P₂O₅) a ser aplicada podem ser vistas na tabela 1, para o Estado da Bahia.

O superfosfato simples (18% de P₂O₅, 20% de Ca e 11% de S) e o superfosfato triplo (41% de P₂O₅ e 14% de Ca) são os adubos fosfatados mais

utilizados. O superfosfato simples tem a vantagem de também conter cálcio e enxofre na sua composição, nutrientes que serão fornecidos juntamente com o fósforo.

Potássio: é o nutriente absorvido em maior quantidade pela mandioca, sendo que a resposta da cultura à adubação potássica tem sido baixa nos primeiros cultivos, acentuando-se nos cultivos subseqüentes sem a devida reposição desse nutriente. Os solos cultivados com mandioca geralmente apresentam teores baixos (< 0,05 cmol_c/dm³) a médios (0,06 a 0,10 cmol_c/dm³) de potássio trocável, e também baixa capacidade de renovação no solo (capacidade tampão); normalmente, após dois a quatro cultivos repetidos na mesma área – o que não é recomendado que aconteça – o teor de potássio trocável no solo cai bastante e passa a limitar a produção.

Para determinação desse nutriente no solo também se utiliza o extrator de Mehlich-1. A interpretação do resultado obtido na análise do solo e a recomendação da quantidade de potássio (K₂O) a ser aplicada podem ser vistas na tabela 1, para o Estado da Bahia.

Os adubos potássicos mais utilizados são o cloreto de potássio (58% de K₂O e 45% de Cl) e o sulfato de potássio (48% de K₂O e 16% de S).

Micronutrientes: há poucos resultados de pesquisas sobre micronutrientes em mandioca. Como referencial para a interpretação da análise de solo, na tabela 2 são apresentadas as classes de disponibilidade para culturas anuais; podem ser considerados como níveis críticos os valores superiores da classe média de disponibilidade. A recomendação mencionada na tabela 2 para o boro (B) e o cobre (Cu) é equivalente à metade da dose indicada para culturas anuais; a recomendação para Mn e Zn já é específica para a mandioca.

O boro pode ser suprido pelo bórax (11% de B) ou ácido bórico (17% de B), o cobre pelo sulfato de cobre (13% de Cu e 17% de S), o manganês pelo sulfato de manganês (26% de Mn e 14-15% de S) ou óxido de manganês (41% de Mn) e o zinco pelo sulfato de zinco (20% de Zn e 17% de S) ou óxido de zinco (50% de Zn).

Nos períodos de grandes estiagens, principalmente no litoral do Nordeste, tem-se observado sintomas de deficiências de zinco e manganês, denominados de “chápeu-de-palha” e/ou “amarelão” (Figura 1). Esses sintomas também poderão ser observados em áreas apresentando pH elevado, principalmente pela aplicação de elevadas quantidades de calcário ou pela má distribuição desse corretivo. Para evitar possíveis prejuízos na produção, nos locais de ocorrência recomenda-se a aplicação preventiva de 4 kg de zinco (20 kg de sulfato de zinco) e 5 kg de manganês (20 kg de sulfato de manganês) por hectare, no solo, juntamente com o fósforo e o potássio. Nas lavouras com deficiências evidenciadas nas folhas, deve-se pulverizar com uma solução contendo 2% a 4% dos produtos comerciais, ou seja, 2 a 4 kg de sulfato de zinco e/ou de sulfato de manganês diluído em 100 litros de água.

Tabela 2. Interpretação dos resultados da análise do solo para disponibilidade de boro (B), extraído por água quente, e cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), extraídos por Mehlich-1, e recomendação de adubação no solo.

Classes de disponibilidade	B		Cu		Mn		Zn	
	Teor no solo (mg/dm ³)	kg/ha ⁽¹⁾	Teor no solo (mg/dm ³)	kg/ha	Teor no solo (mg/dm ³)	kg/ha	Teor no solo (mg/dm ³)	kg/ha
Baixa	<0,2	1	<0,4	1	<1,9	5	<1,0	4
Média	0,3-0,5	0,3	0,5-0,8	0,3	2,0-5,0	0,8	1,1-1,6	0,8
Alta	>0,5	Disp.	>0,8	Disp.	>5,0	Disp.	>1,6	Disp.

⁽¹⁾Aplicar na cova ou no sulco de plantio, cobrindo com uma camada de solo, para não “queimar” a maniva-semente.
Fontes: Souza et al. (2003); Oliveira et al. (2009).

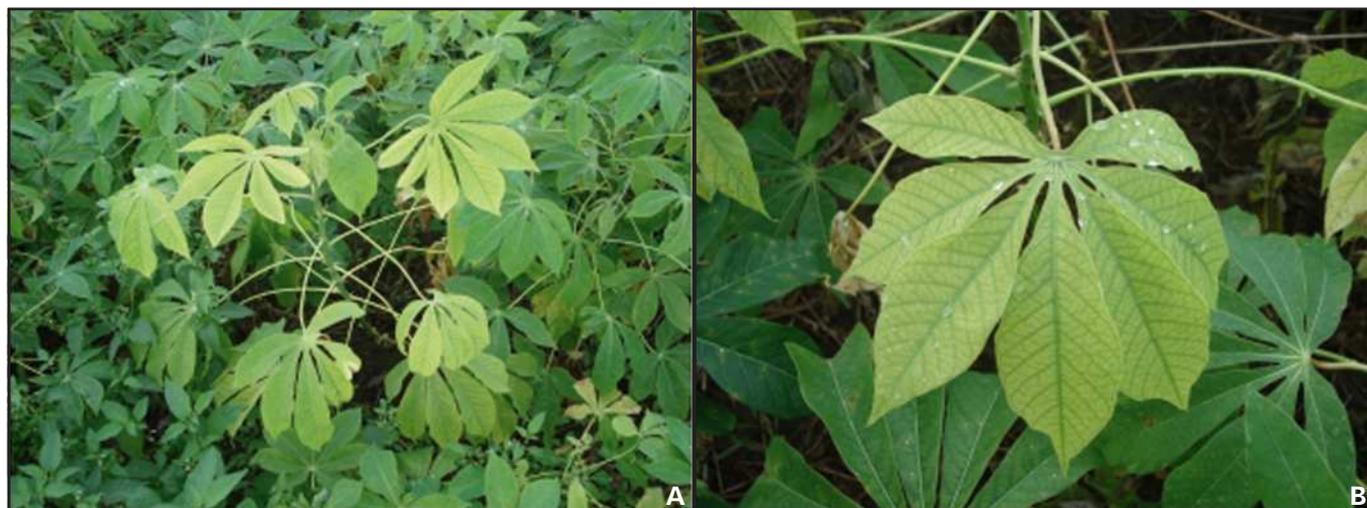


Figura 1. Sintomas de deficiência de manganês e zinco na planta (A) e na folha (B) da mandioca, denominados de “chápeu-de-palha” e/ou “amarelão”.

Custo de Calagem e Adubação em Mandioca

Considerando-se apenas os insumos (calcário dolomítico, uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio) e as quantidades máximas recomendadas (1.000; 67; 300; e 67 kg/ha, respectivamente), observa-se um custo total de R\$444,20 (Tabela 3).

Considerando-se uma tonelada de raiz de mandioca no valor de R\$200,00 – vigente em Cruz das Almas-BA, em outubro de 2009 –, haveria necessidade de incremento de produção de apenas 2,22 toneladas de raízes por hectare sobre a média da região, a fim de cobrir os custos dos insumos, sem considerar o efeito residual dos fertilizantes e a mão-de-obra para aplicação.

Tabela 3. Custo de calagem e adubação em mandioca, baseando-se em preços dos insumos levantados em Cruz das Almas-BA, em outubro de 2009.

Insumos	kg/ha	R\$/kg	(R\$)
Calcário dolomítico	1.000	0,12	120,00
Uréia	67	1,00	67,00
Superfosfato simples	300	0,50	150,00
Cloreto de potássio	67	1,60	107,20
Total			444,20

Referências Bibliográficas

GOMES, J. de C.; SILVA, J. da. Correção da acidez e adubação. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. cap. 9, p. 215-247.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 4 nov 2009.

OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L. da S.; OLIVEIRA, J.L. de; MAIA, L.E. do N.; SANTOS, G.S. **Adubação com manganês para o controle do “amarelão” da mandioca no Extremo Sul da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 2p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Mandioca em Foco, 38).

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. et al. **Sistema de produção de mandioca para a Região do Cerrado**. Campinas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Embrapa Informática Agropecuária, 2003. Versão eletrônica (<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>).

Comunicado Técnico, 133

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
Endereço: Rua Embrapa, s/n, Caixa Postal 07, 44380-000, Cruz das Almas - Bahia
Fone: (75) 3312-8000
Fax: (75) 3312-8097
E-mail: sac@cnpmf.embrapa.br

1ª edição
 (2009): on-line

Ministério da
 Agricultura, Pecuária
 e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Aldo Vilar Trindade.
Secretária: Maria da Conceição P. Borba dos Santos.
Membros: Abelmon da Silva Gesteira, Ana Lúcia Borges, Antonio Alberto Rocha Oliveira, Carlos Alberto da Silva Ledo, Davi Theodoro Junghans, Eliseth de Souza Viana, Léa Ângela Assis Cunha, Marilene Fancelli.

Expediente

Supervisão editorial: Ana Lúcia Borges.
Revisão de texto: Arlene Maria Gomes Oliveira e Álvaro Bueno.
Revisão gramatical: Valdíque Martins Medina.
Tratamento das ilustrações: Maria da Conceição Borba.
Editoreção eletrônica: Maria da Conceição Borba.