

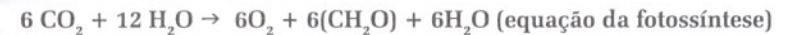
## Análise Química do Solo, Interpretação e Recomendações de Calagem e Adubação numa Perspectiva Agroecológica

ANA LÚCIA BORGES<sup>1</sup>  
LUCIANO DA SILVA SOUZA<sup>2</sup>

### 5.3.1 INTRODUÇÃO

Para o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas, 17 elementos químicos são essenciais, ou seja, sem eles as plantas não completam seu ciclo vital. Eles não podem ser substituídos por outro elemento com propriedades similares e devem participar diretamente do metabolismo da planta (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

Desses elementos, três são não minerais: carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), presentes em maior quantidade nas plantas, em média, respectivamente, 450g kg<sup>-1</sup>, 450g kg<sup>-1</sup> e 60g kg<sup>-1</sup>. Esses elementos químicos são encontrados no ar e na água e participam da fotossíntese, cujos produtos são responsáveis por grande parte do crescimento e produção das plantas:



Os 14 nutrientes minerais, que geralmente são fornecidos à planta pelo solo e complementados pela calagem (calcários) e adu-

1 Pesquisadora Doutora da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa, sn, 44380-000 Cruz das Almas-BA. E-mail: analucia@cnpmf.embrapa.br.

2 Professor Doutor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Campus Universitário de Cruz das Almas. Rua Rui Barbosa, nº 710, 44380-000 Cruz das Almas-BA. E-mail: lsouza@ufrb.edu.br.

bações orgânica e química, são classificados em macronutrientes e micronutrientes.

Os macronutrientes são exigidos em maiores quantidades, da ordem de 1 a 15g kg<sup>-1</sup>: N, P e K, Ca, Mg e S, e os micronutrientes, absorvidos em pequenas quantidades (0,1 a 100mg kg<sup>-1</sup>): Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl e Ni. Em 1987, o Ni foi definido como nutriente para as plantas, uma vez que os três critérios de essencialidade foram atendidos (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

No Estado de Sergipe, as culturas mais plantadas estão apresentadas na Figura 1. A extração e exportação de macronutrientes estão descritas, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Quando o teor de nutriente no solo não é suficiente para suprir as necessidades das plantas, é necessário complementar pela calagem e adubos, cujas quantidades são recomendadas com base na análise química do solo.

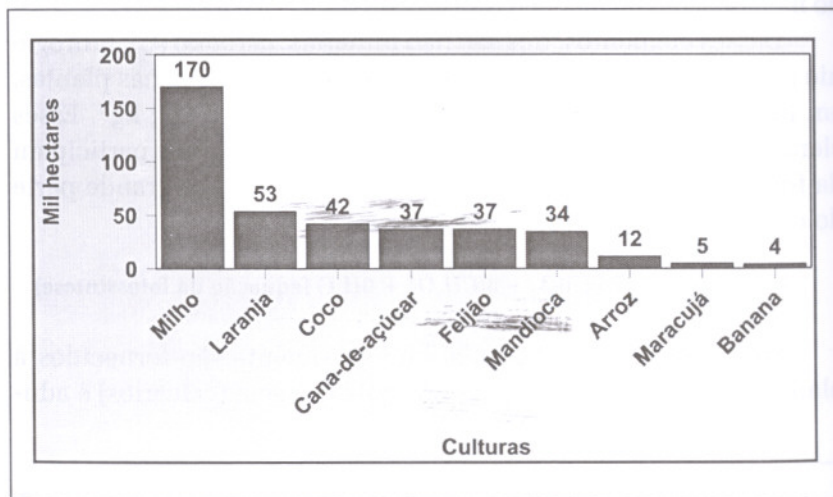


Figura 1. Principais culturas e área plantada no estado de Sergipe, 2008.

Tabela 1. Extração de NPK, em kg ha<sup>-1</sup>, pelas culturas mais plantadas no Estado de Sergipe:

Cultura	N	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K (K <sub>2</sub> O)
Arroz	81	14 (32)	92 (110)
Banana	627	69 (158)	1.395 (1.680)
Cana (colmos)	132	8 (18)	220 (264)
Coco	74	16 (37)	113 (136)
Feijão	102	9 (21)	93 (112)
Laranja (frutos)	91	9 (21)	72 (86)
Mandioca	113	11 (25)	79 (95)
Maracujá	205	17 (39)	184 (222)
Milho	305	56 (128)	257 (308)

Fontes: Haag et al. (1973); Malavolta (1980).

Tabela 2. Exportação de macronutrientes, em kg ha<sup>-1</sup>, pelas culturas mais plantadas no estado de Sergipe.

Cultura	Produção (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg	S
Arroz	3,2	45	8	12	2	3	5
Banana (cachos)	30	142	18	365	13	7	12
Cana (colmos)	100	132	8	110	13	19	12
Coco (frutos)	-	35	8	71	1	4	-
Feijão (vagens)	1	37	4	22	4	4	10
Laranja (frutos)	70	91	9	72	25	6	72
Mandioca (raízes)	19	39	4	32	12	6	2
Maracujá (frutos)	16	45	7	74	7	4	4
Milho (grãos)	6,4	122	24	30	0,4	10	9

Fonte: Malavolta (1980).

### 5.3.2 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Para uma correta recomendação de calagem e adubação para determinada cultura, objetivando otimização da produtividade e que seja economicamente viável e ambientalmente correta, é fundamental a realização da análise química do solo em laboratório,

a qual avalia a disponibilidade de nutrientes (P, K, Ca e Mg) ou o excesso de elementos tóxicos (Al e H) no solo para a cultura, de forma rápida e a baixo custo.

**Amostragem**

A primeira e mais crítica etapa da análise química se refere ao processo de amostragem do solo. Uma análise acurada não pode remediar uma amostragem inadequada. Alguns passos devem ser observados nessa fase, pois um erro na amostragem poderá comprometer as etapas seguintes na definição das quantidades de calcário e fertilizantes a serem aplicadas na cultura.

- Equipamentos para amostragem: antes de iniciar a amostragem, devem ser providenciados os equipamentos necessários para sua realização, como: trado ou pá-de-corte, espátula ou faca, balde (preferencialmente de plástico), sacos plásticos ou caixinhas de papelão e etiquetas para identificação das amostras (Figura 2). Todos os equipamentos devem estar limpos, não contendo resíduos de calcário ou fertilizantes.
- Área amostrada e número de amostras: a área a ser amostrada deve ser dividida em estratos, glebas ou talhões de, no máximo, 10 hectares, homogêneos quanto à cor do solo (amarela, vermelha, cinza ou preta), topografia (topo, encosta ou baixada), textura (argilosa, média ou arenosa), condições de drenagem, grau de erosão, tipo de vegetação ou cultura anterior, histórico de uso (com ou sem cultivo, com ou sem calagem/adubação), manejo e produtividade agrícola. Dessa forma, para cada condição deverá ser coletada uma amostra composta separadamente (Figura 3).

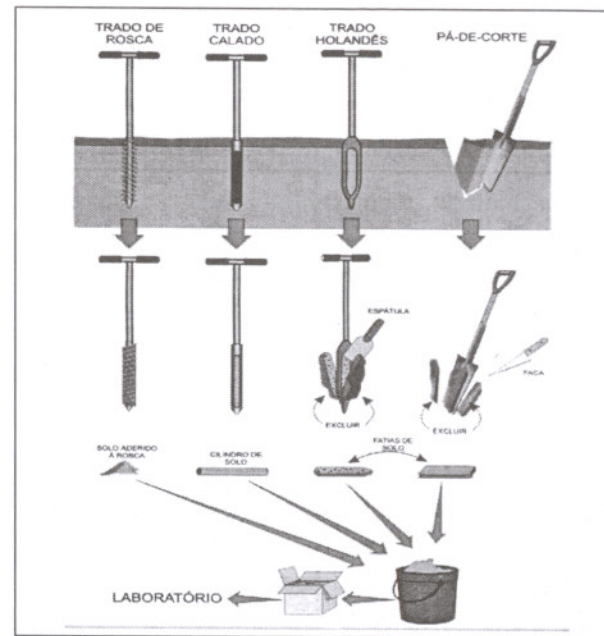


Figura 2. Equipamentos para coleta de amostras de solo (BRASIL, 2002).

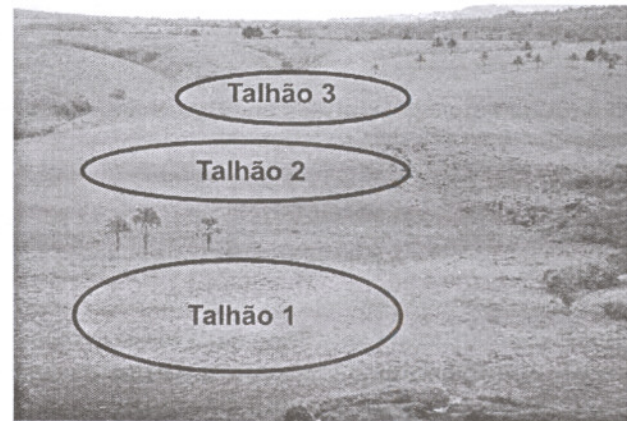


Figura 3. Divisão da área em glebas homogêneas: baixada (1), encosta (2) e topo (3) (Foto: Luciano da Silva Souza).

As amostras devem ser retiradas separadamente, em cada talhão homogêneo, caminhando ao acaso, em zig-zague na área, para formar a amostra composta (Figura 4). O número de amostras simples não deve ser inferior a 20 pontos por talhão homogêneo, sendo ideal em torno de 30 pontos, principalmente em solos argilosos e aluviais. Não se deve coletar amostras próximas a casas, galpões, brejos, voçorocas, caminhos de pedestres, formigueiros etc., evitando introduzir erros na amostragem.

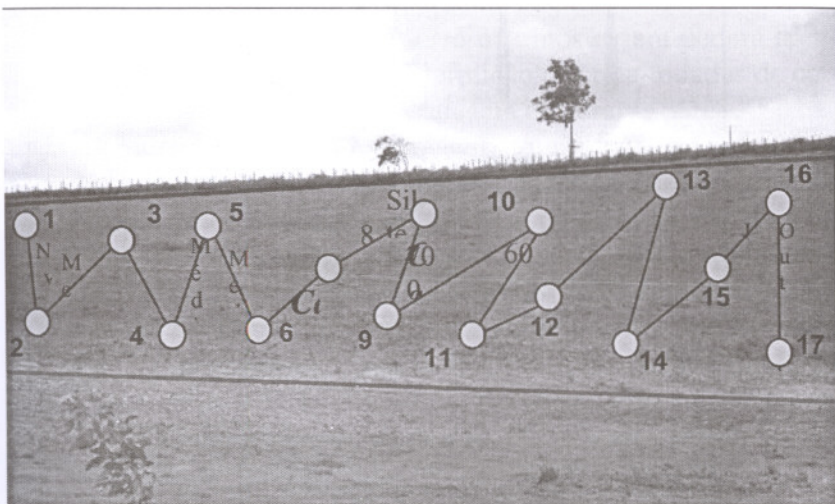


Figura 4. Coleta de amostras simples em zig-zague em um talhão homogêneo (Foto: Luciano da Silva Souza).

- Profundidade de amostragem: a profundidade de coleta de cada amostra simples varia com o tipo de cultivo, manejo do solo e objetivo da avaliação.

a) 0 a 10 centímetros: culturas anuais sob sistema de plantio direto, após a 6ª cultura adubada em linha, manutenção de pastagens formadas e campo natural, sem revolvimento do solo.

b) 0 a 20 centímetros: culturas perenes (fruteiras, café, coco, cravo-da-índia, dendê, seringueira, etc.); culturas anuais, formação de culturas perenes e de pastagens. É a profundidade mais utilizada e recomendada.

c) 20 a 40 e 40 a 60 centímetros: antes da implantação da cultura, a amostragem de camadas mais profundas do solo objetiva detectar a ocorrência de barreiras físicas (pedregosidade, compactação) ou químicas (toxidez de alumínio, deficiência de cálcio), que impedem o crescimento radicular em profundidade, limitando a absorção de nutrientes e água.

- Local de amostragem: o local de coleta das amostras simples, em culturas perenes já implantadas (fruticultura, cafeicultura, cocoicultura), deve ser onde usualmente são aplicados os fertilizantes e há maior influência da queda dos resíduos vegetais (Figura 5). Antes da amostragem, deve-se limpar a superfície do solo, caso existam mato ou restos vegetais. Para efeito de comparação, poderão ser tomadas amostras na mesma área, na faixa não adubada e onde estão concentradas as raízes de absorção.

- Época de amostragem: a época de amostragem varia com o manejo do solo, a cultura e outros fatores. Poderia ser feita em qualquer época do ano. Contudo, para culturas anuais, recomenda-se que a amostragem seja feita no final do período chuvoso e com antecedência mínima de 60 dias em relação ao plantio. Para culturas perenes em produção, a amostragem deve ser feita, preferencialmente, logo após a colheita e antes de se realizar a adubação para o novo ciclo.



Figura 5. Amostragem de solo para análise química na região de aplicação do fertilizante (Foto: Ana Lúcia Borges).

Em casos de culturas em que se deseja monitorar o estado nutricional das plantas, deve-se observar a época da última adubação. A amostragem do solo deve ser feita 30 dias após a última adubação ou 15 dias após a fertirrigação. A análise química do solo da mesma gleba ou talhão deve ser repetida anualmente ou, em alguns casos, até duas vezes no ano, devendo ser conciliada com a análise química foliar.

- Acondicionamento e identificação das amostras: após a coleta das amostras simples, que foram colocadas no mesmo balde, o solo deve ser bem misturado, obtendo-se uma amostra composta homogênea, da qual se separam 300 a 500 gramas em saco plástico limpo ou caixinha de papelão apropriada (Figura 6). As amostras devem ser identificadas com data, local e a profundidade da coleta e enviadas para o laboratório. O restante da amostra existente no balde deve ser descartado.

- Encaminhamento das amostras: as amostras devem ser enviadas o mais rápido possível para o laboratório. Caso não seja possível encaminhá-las em menos de 12 horas, deve-se secar as amostras à sombra e encaminhar para o laboratório quando possível, estando corretamente identificadas.

O formulário do laboratório deve ser preenchido, visando melhor conhecimento do solo e do seu manejo.



Figura 6. Preparo da amostra composta de solo para análise química (Foto: Léa Cunha).

### *Análise Química do Solo - Laboratório*

A análise química do solo, para fins de recomendação de adubação, fundamenta-se no uso de extratores químicos. Estes extratores são soluções ou substâncias que removem do solo as formas químicas dos nutrientes disponíveis para a planta ou os elementos que lhe causam toxidez (CANTARUTTI et al., 2007).

Dessa forma, o método de laboratório extrai ou torna disponíveis teores de nutrientes que correlacionam com o conteúdo desses na planta ou com o seu crescimento (CANTARUTTI et al., 2007).

As determinações normalmente realizadas nos laboratórios para fins de recomendação de adubação são: pH em água (1:2,5); P disponível (extrator Mehlich-1 – HCl 0,05mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125mol L<sup>-1</sup>) – mg dm<sup>-3</sup>; K disponível (Mehlich-1) – cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> ou mg dm<sup>-3</sup>; Ca trocável (KCl 1mol L<sup>-1</sup>) - cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg trocáveis (KCl 1mol L<sup>-1</sup>) - cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al trocável (KCl 1mol L<sup>-1</sup>) - cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na disponível (Mehlich-1) - cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al – acidez potencial (acetato de Ca, pH 7) - cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica – método Walkley & Black (carbono orgânico x 1,724) (EMBRAPA, 1997).

De posse desses resultados, alguns cálculos são realizados:

- SB (soma de bases) = K + Ca + Mg + Na, expressa em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>;
- CTC (capacidade de troca catiônica) a pH 7,0 = SB + (H + Al), expressa em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>;
- V (saturação por bases) = SB/CTC x 100, expressa em %.

Os resultados de uma análise química são apresentados na Tabela 3.

Outros atributos químicos do solo podem ser avaliados para sua melhor caracterização:

- CTCe (CTC efetiva) = SB + Al, expressa em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>;
- m (saturação por Al) = Al / CTCe x 100, expressa em %;
- Na (saturação por Na) = Na / CTC x 100, expressa em %;
- Micronutrientes disponíveis (Zn, Mn, Fe e Cu), determinados pelo extrator de Mehlich-1, expresso em mg dm<sup>-3</sup>;
- B disponível, extraído com água quente, expresso em mg dm<sup>-3</sup>.

**Tabela 3. Apresentação dos resultados de uma análise química do solo para fins de recomendações de calagem adubação.**

Latossolo Amarelo distrocoeso, franco argiloarenoso												
pH água	P	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO
	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>									%	g kg <sup>-1</sup>
4,5	2	0,20	0,8	0,4	1,2	0,5	0,03	3,5	1,4	4,9	29	13,43

Segundo Embrapa (1997), os resultados devem ser expressos com determinado número de casas decimais: a) duas casas decimais: matéria orgânica (MO), K, Na; b) uma casa decimal: pH, Ca, Mg, Al, H+Al, Bases trocáveis (SB); c) número inteiro: V%, m%. As unidades utilizadas, atualmente, com base no sistema internacional para expressar os resultados das análises químicas, estão apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4. Unidades do sistema internacional (unidade nova) utilizadas para expressar os resultados das análises químicas do solo.**

Unidade antiga	Unidade nova	Fator de conversão
%	g kg <sup>-1</sup> , g dm <sup>-3</sup> , g L <sup>-1</sup>	10
ppm	mg kg <sup>-1</sup> , mg dm <sup>-3</sup> , mg L <sup>-1</sup>	1
meq/100 cm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1
meq/100 g	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
meq/L	cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	1

### Interpretação da Análise Química do Solo

A Tabela 5, descrita por Sobral et al. (2007), pode ser utilizada para interpretação dos resultados da análise química dos solos do estado de Sergipe. As faixas de interpretação são classificadas em três grupos de valores: baixos, médios e altos. Contudo, cada cultura tem sua necessidade de nutriente específica.

Com base na Tabela 5, o Latossolo Amarelo distrocoeso de Tabuleiro Costeiro, de textura franco argiloarenosa, exemplificado na Tabela 3, apresenta baixos valores de pH, CTC, Na e V%; além

de baixos teores de P, Ca+Mg e matéria orgânica (MO). O teor de Al é médio e o de K é alto.

**Tabela 5. Interpretação dos resultados da análise química do solo para o estado de Sergipe.**

Indicador	Unidade	Classes de valores		
		Baixos	Médios	Altos
pH em água		< 5	5 a 6	> 6
Matéria orgânica	%	< 1,5	1,5 a 3	> 3
P extraível	mg dm <sup>-3</sup>	< 7	7 a 15	> 15
K trocável	mg dm <sup>-3</sup>	< 30	30 a 60	> 60
Al trocável	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 0,5	0,5 a 1	> 1
Ca+Mg trocáveis	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 2	2 a 4	> 4
Capacidade de troca de cátions (CTC)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 5	5 a 15	> 15
Cobre	mg dm <sup>-3</sup>	< 0,7	0,7 a 1,8	> 1,8
Zinco	mg dm <sup>-3</sup>	< 1	1 a 2	> 2
Manganês	mg dm <sup>-3</sup>	< 6	6 a 12	> 12
Ferro	mg dm <sup>-3</sup>	< 20	20 a 45	> 45
Necessidade de calagem	t ha <sup>-1</sup>	< 1	1 a 3	> 3
Saturação da CTC pH 7 por bases (valor V)	%	< 50	50 a 70	> 70
Saturação CTC pH 7 por Na	%	< 6	6 a 15	> 15
Saturação CTC efetiva por Al	%	< 5	5 a 15	> 15
Teor de argila	%	< 15	15 a 35	> 35

Fonte: Sobral et al. (2007).

### 5.3.3 RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM E ADUBAÇÃO

De posse dos resultados da análise química do solo (Tabela 3) e de sua interpretação (Tabela 5), verifica-se a necessidade de aplicação de calcário e fertilizantes.

#### Recomendação de calagem

A calagem tem o objetivo de corrigir a acidez do solo (elevar o pH, neutralizar Al ou Mn trocáveis); fornecer Ca e Mg; favorecer a atividade microbiana; aumentar a disponibilidade de N, P, K, S

e Mo; melhorar o ambiente radicular das plantas e influenciar na produtividade das culturas.

A acidez do solo pode ser avaliada com os seguintes atributos: acidez ativa (pH), acidez trocável (Al<sup>3+</sup>), saturação por Al (m%), saturação por bases (V%), acidez potencial (H + Al) e teor de matéria orgânica.

Três critérios para recomendação de calagem para as culturas podem ser utilizados:

- *Saturação por bases*: é o critério que está sendo o mais empregado. Baseia-se na elevação da saturação por bases do solo para o valor recomendado para a cultura, segundo a equação:

$$NC \text{ (Necessidade de calagem) (t ha}^{-1}\text{)} = CTC (V_2 - V_1) / 100$$

$$CTC = K + Ca + Mg + Na + (H + Al)$$

V<sub>2</sub> recomendado para as culturas: arroz irrigado e sequeiro = 50%; banana = 70%; cana-de-açúcar = 60%; citros = 70%; coco = 60%; feijão = 70%; mandioca = 50%, máximo 1t/ha; maracujá = 70%; milho = 70%.

Neutralização do Al<sup>3+</sup> e elevação dos teores de Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>:

$$NC = Y [Al - (mt \cdot t/100) + X - (Ca + Mg)]$$

Y = varia de 0 a 4, de acordo com o teor de argila;

mt = saturação de Al tolerada pelas culturas (arroz = 25%, banana = 10%, citros = 5%, maracujá = 5%, milho = 15%);

t = CTC efetiva = SB + Al;

X = função da necessidade de Ca e Mg das culturas, em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (arroz = 2, banana = 3, citros = 3, maracujá = 3, milho = 2).  
Neutralização do Al<sup>3+</sup> ou elevação dos teores de Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>:

$$NC = f \cdot Al \text{ ou } NC = f [X - (Ca + Mg)]$$

f = 1,5; 2 e 2,5 (teor de argila);

X = 2 (arroz, cana-de-açúcar, citros, coco sequeiro, feijão, mandioca, maracujá, milho), 3 (banana, coco irrigado, feijão irrigado, milho irrigado).

### **Quantidade de calcário a ser aplicada (QC)**

A quantidade de calcário a ser aplicada por hectare (QC) dependerá da superfície da área a ser coberta (SC, em %), da profundidade a ser incorporado o calcário (PF, em cm) e do poder relativo de neutralização total dele (PRNT, em %) (CFSEMG, 1999), segundo a fórmula:

$$QC = NC \times SC/100 \times PF/20 \times 100/PRNT$$

Por exemplo, em uma área de citros com 5 anos, superfície coberta de 75% (apenas as faixas), profundidade de 5cm e PRNT de 85%, segundo a análise de solo apresentada na Tabela 3, a quantidade de calcário a ser utilizada será:

$$NC = (70 - 29) \times 4,9 / 100 = 2,0 \text{ t ha}^{-1};$$

$$QC = 2,0 \times 75/100 \times 5/20 \times 100/85 = 0,4 \text{ t ha}^{-1}.$$

Assim, a quantidade de calcário a ser utilizada, para essa condição, é de 400kg ha<sup>-1</sup>.

Vale lembrar que, na escolha do corretivo, deve-se considerar, além do preço, a qualidade do calcário: PRNT (PN + granulometria) e os teores de Ca e Mg.

### **Época e modo de aplicação do calcário**

Como o calcário apresenta baixa solubilidade e reação lenta, recomenda-se a sua aplicação um a dois meses antes do plantio, uniformemente distribuído em toda a área, manualmente ou por meio de máquinas.

Em área a ser implantada, aplica-se primeiro a dose recomendada para a profundidade de 20 a 40cm. Para incorporar o calcário, deve-se realizar uma escarificação com hastes retas para atingir 30cm de profundidade. Embora o escarificador não revolva o solo, como o arado, a água das chuvas ajudará a conduzir/transportar o

calcário aplicado para a macroporosidade do solo, ampliada pelo escarificador, atingindo, assim, uma maior profundidade.

Aguardar 10 a 15 dias e aplicar a dose de calcário recomendada para 0 a 20cm, seguida de nova escarificação, cruzando a primeira. Aguardar mais 15 a 20 dias para realizar o plantio.

Caso não seja possível o uso do escarificador, tanto pelo declive superior a 8% quanto pela não disponibilidade do implemento, a incorporação do calcário pode ser efetuada na época da ceifa ou capina da vegetação natural. Neste caso, aplica-se apenas a quantidade recomendada para a profundidade de 0 a 20cm.

Não se deve aplicar mais de 4t ha<sup>-1</sup> de calcário de uma só vez, mesmo quando for incorporado ao solo. Além disso, deve-se evitar a supercalagem, que pode ocorrer quando se aplica a quantidade recomendada para a camada de 0 a 20cm na profundidade de 0 a 10cm, o que pode levar à precipitação de P, Zn, Fe, Cu e Mn.

### **Uso de gesso agrícola**

O gesso agrícola (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), subproduto da produção de ácido fosfórico (apatita ou fluorapatita atacada pelo ácido sulfúrico), não é um corretivo da acidez do solo. É pouco solúvel e utilizado como: a) fonte de Ca e S: verificar a exigência da cultura em Ca e S e considerar o emprego de outras fontes; b) correção de camadas subsuperficiais com altos teores de Al ou baixos teores de Ca, objetivando melhorar o sistema radicular. Neste último caso, deve-se substituir, por gesso, 25% da dose de calcário recomendada pela análise química do solo.

### **Recomendação de adubação**

Em solos com baixos teores de nutrientes, as produtividades só se tornam economicamente viáveis quando são utilizados fertilizantes orgânicos ou químicos. Dessa forma, esses insumos devem ser utilizados racionalmente, tanto pelo seu preço como, também, visando a preservação do ambiente.



Nas recomendações de fertilizantes, deve-se levar em consideração: o monitoramento de todos os nutrientes, para evitar que a ausência de um limite o efeito do outro; a otimização da produtividade, levando-se em consideração o retorno econômico, e a preservação do ambiente.

A aplicação de adubos orgânicos nos solos tropicais proporciona melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos, obtendo-se respostas das plantas. Para manter o solo fértil e possibilitar às fruteiras alcançarem produções sustentáveis, outras práticas são necessárias, como: rotação de culturas, uso de biomassa vegetal, plantio de adubos verdes, uso de resíduos orgânicos diversos e fertilização com pó de rocha (ALTIERI, 2002).

A adubação orgânica apresenta as seguintes vantagens: a) eleva a CTC dos solos; b) proporciona maior agregação das partículas do solo, melhorando a sua estrutura, a infiltração de água e reduzindo a erosão; c) reduz a plasticidade e a coesão do solo, facilitando o preparo; d) aumenta a retenção de água; e) estabiliza a temperatura do solo; f) aumenta a disponibilidade de nutrientes, pela mineralização e solubilização de minerais (ácidos orgânicos); g) diminui a fixação do fósforo; h) aumenta a atividade de microrganismos (fonte de nutrientes e energia).

Seguem algumas recomendações de adubação orgânica no plantio para as culturas mais importantes no Estado de Sergipe (SOBRAL et al., 2007).

**Banana:** aplicar, 30 dias antes do plantio das mudas, 30% do volume da cova com esterco bovino ou 10% com torta de mamona ou com esterco de galinha poedeira ou codorna. Sugere-se 10 a 15L de esterco curral curtido ou 1 a 2kg de esterco de aves curtido ou 0,5 a 1kg de torta mamona/cova.

**Citros:** recomenda-se aplicar 20L de esterco de curral por cova, bem curtido, antes do plantio. Aguardar 30 dias para realizar o plantio. Repetir a aplicação de matéria orgânica anualmente, na projeção da copa, fazendo a incorporação.

**Coco:** no plantio, preparar mistura com terra superficial, superfosfato simples e um adubo orgânico disponível como esterco bovino, ovino ou de aves. Caso seja utilizado um adubo orgânico, esperar 30 dias para efetuar o plantio.

**Maracujá:** aplicar, 30 dias antes do plantio das mudas, 30% do volume da cova com esterco bovino ou 10% com torta de mamona ou com esterco de galinha poedeira ou de codorna. Sugere-se 10 a 15L de esterco de curral curtido por cova.

Os nutrientes necessários às culturas podem ser supridos por meio de fontes orgânicas (adubos verdes, esterco animal, tortas vegetais, cinzas) ou fontes minerais naturais (calcários, fosfatos naturais e os pós de rocha) ou a mistura das duas fontes (organo-mineral ou biofertilizante).

As leguminosas são as mais utilizadas como adubo verde, pois, dentre todas as vantagens, incorporam quantidades significativas de nitrogênio via fixação biológica de  $N_2$  atmosférico (Igue et al., 1984).

Em solos de Tabuleiros Costeiros podem ser utilizados o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalárias (*Crotalaria juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), dentre outras. Contudo, a *C. ochroleuca* e a *C. juncea* mostraram-se mais promissoras, pois se desenvolveram melhor e com menor incidência de plantas espontâneas. Em adição, o feijão-de-porco também tem se destacado, tanto pelo grande volume de biomassa produzido e pela agressividade do seu sistema radicular, quanto pela ampla adaptabilidade a condições variadas de solo e clima. Aumento de produtividade da bananeira da ordem de 127% foi observado com cultivo de feijão-de-porco nas entrelinhas do bananal, em comparação com bananeiras cultivadas em terreno mantido permanentemente limpo.

A leguminosa é plantada entre as linhas da fruteira, cobrindo a superfície. No estágio de florescimento ou quando cessarem as chuvas (áreas não irrigadas), ela é cortada (ceifada) e deixada, pre-

ferencialmente, na superfície. Trabalhos conduzidos na Embrapa Mandioca e Fruticultura, nas culturas da banana, citros, mamão e maracujá, têm mostrado a vantagem do feijão-de-porco, ceifado e deixado na superfície, como melhorador do solo, resultando, finalmente, em aumento da produtividade da fruteira (MAGALHÃES, 1994; MENEGUCCI et al., 1995; BORGES & SOUZA, 1998; CARVALHO et al., 2001; LOPES, 2001; BORGES & LIMA, 2003).

Na Índia, a incorporação de sesbânia (*Sesbania aculeata*) em pomares de citros indicou aumento de todas as formas de fósforo inorgânico no solo (YASH PAL et al., 1993, citados por SRIVASTAVA et al., 2002).

O uso de coquetéis vegetais no pré-plantio, com 5, 10 ou 15 espécies diferentes, permitindo uma produção significativa de biomassa, tem sido uma prática em áreas de fruticultura orgânica no Nordeste do Brasil, principalmente nas culturas de acerola, banana, coco, maracujá, melão e uva, com reflexos positivos na produtividade. Silva et al. (2008) constataram maior proteção para o solo e maior diversidade de nutrientes com o uso de coquetel vegetal: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) + *C. juncea* + *C. spectabilis*, + feijão-de-porco + guandu + lab-lab (*Dolichos lablab*) + gergelim (*Sesamum indicum* L.) + girassol (*Helianthus annuus* L.) + mamona (*Ricinus communis* L.) + milheto (*Pennisetum americanum* L.) + sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.). Tais culturas apresentam hábitos, necessidades nutricionais, parte aérea diferenciada e ocupam diferentes estratos do solo.

O uso de leguminosas como adubos verdes vai ao encontro do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), do Governo Brasileiro, voltado para a sustentabilidade, tendo como um de seus pilares a fixação biológica de nitrogênio, cuja prática reduz a emissão dos gases de efeito estufa.

Adubação no plantio: o fósforo é um nutriente importante para o desenvolvimento do sistema radicular. Deve ser aplicado quando o teor no solo estiver baixo para a cultura implantada.

- Fontes orgânicas e minerais naturais de N, P e K e suas concentrações encontram-se na Tabela 6. Vale lembrar que as con-

centrações de nutrientes nas diferentes fontes são variáveis, portanto, recomenda-se realizar análise química do material.

Como fontes de N, podem ser utilizadas plantas melhoradoras do solo, cujas características encontram-se na Tabela 7. As quantidades de sementes recomendadas na referida tabela correspondem ao montante necessário para cobrir um hectare. Caso as coberturas sejam implantadas juntamente ou após o plantio da cultura, as quantidades devem ser proporcionalmente reduzidas para cobrir as fileiras.

- Adubação de formação e produção: aplicar nitrogênio, fósforo e potássio na formação e produção das culturas, principalmente das fruteiras. Os teores médios de nitrogênio, fósforo e potássio em resíduos orgânicos e plantas melhoradoras do solo encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

**Tabela 6. Teores médios de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em diferentes fontes orgânicas e minerais de nutrientes:**

Fontes	Concentração (g kg <sup>-1</sup> )		
	N	P	K
<b>Estercos</b>			
Bovino	17,6 - 23,1	3,1 - 17,8	17,0 - 32,5
Galinha/Frango	24,0 - 53,2	14,5 - 23,6	19,8 - 36,0
Ovelha/Cabra	9,7 - 40,0	4,8 - 9,0	4,4 - 28,6
Suíno	20,0 - 45,0	4,0 - 15,8	15,8 - 35,0
<b>Resíduos industriais</b>			
Bagaço de laranja	7,1	0,79	3,4
Bagaço de cana-de-açúcar	10,7	1,1	7,8
Cinza de madeira	-	-	36 - 60
Polpa de sisal	58,5	2,1	3,6
Raspa de mandioca	5,0	1,1	10,6
Sangue seco	118,0	5,2	5,8
Torta de algodão	56,8	9,2	11,1
Torta de cacau	32,8	10,6	12,2
Torta de mamona	54,4	8,3	12,8
Torta de usina de cana	21,9	10,1	10,3

Fitomassa vegetal			
Bananeira (folhas e pseudo-caules)	7,7 - 25,8	0,7 - 0,8	20,8 - 61,3
Café (cascas e palhas)	8,6 - 13,7	0,7 - 1,1	16,3 - 17,3
Composto orgânico	2,0 - 12,0	-	-
Gramma batatais	13,9	1,6	-
Minerais naturais			
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Rocha silicática moída	-	-	50 - 80
Sulfato duplo de K e Mg	-	-	220
Sulfato de potássio	-	-	480
Hiperfosfato de Gafsa	-	290	1,1
Termofosfato	-	170	-
Farinha de osso	-	155	-

Fonte: Kiehl (1985).

**Tabela 7. Teores médios e faixas de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) e características de plantas melhoradoras do solo.**

Plantas melhoradoras	Concentração (g kg <sup>-1</sup> )			Características
	N	P	K	
A mendoiim forrageiro (Arachis pintoi)	25,0	1,6	16,2	É perene e apresenta boa tolerância ao sombreamento. Produz de 10 a 25t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 60 a 201kg ha <sup>-1</sup> de N atmosférico (N <sub>2</sub> ). Recomenda-se o plantio por mudas no espaçamento de 50cm x 50cm.
Calopogônio (Calopogonium mucunoides)	21,6	1,2	15,6	Crescimento inicial lento. Produz 15 a 40t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 64 a 450kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 70 a 80 sementes m <sup>-2</sup> ou 10kg ha <sup>-1</sup> .
Crotalaria (Crotalaria juncea)	18,0 - 19,5	1,7	10,5 - 15,1	Produz 50 a 70t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 150 a 165kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 55 a 60 sementes m <sup>-2</sup> ou 30kg ha <sup>-1</sup> .
Crotalaria (Crotalaria spectabilis)	19,7 - 33,0	0,7 - 2,5	7,9 - 17,8	Produz 15 a 30t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa 60 a 120kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 80 a 85 sementes m <sup>-2</sup> ou 15kg ha <sup>-1</sup> .

Cudzu tropical (Pueraria phaseoloides)	36,8	2,9	21,4	Produz de 15 a 36t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 30 a 305kg ha <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 70 a 80 sementes m <sup>-2</sup> ou 12kg ha <sup>-1</sup> .
Feijão-caupi (Vigna unguiculata e Vigna sinensis)	26,2 - 27,3	1,0 - 2,0	17,9 - 28,2	É utilizado na alimentação humana e animal, na forma de grãos verdes ou secos. Produz 15 a 25 t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 50 a 354 kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço com densidade de 45 a 50 sementes m <sup>-2</sup> ou 30 kg ha <sup>-1</sup> .
Feijão-de-porco (Canavalia ensiformis)	25,5 - 33,9	1,5 - 2,2	20,1 - 22,1	Produz 20 a 40t de massa verde ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> . Fixa de 80 a 160kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 10 a 12 sementes m <sup>-2</sup> ou 120kg ha <sup>-1</sup> .
Girassol (Helianthus annuus)	10,2 - 18,0	1,5 - 2,4	24,0 - 27,8	Produz de 2 a 12t ha <sup>-1</sup> de massa seca. Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 25 a 30 sementes m <sup>-2</sup> ou 15kg ha <sup>-1</sup> .
Guandu (Cajanus cajan)	18,1 - 25,5	1,1 - 2,6	9,5 - 13,1	Produz 20 a 30t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 90 a 170kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 40 a 50 sementes m <sup>-2</sup> ou 60kg ha <sup>-1</sup> .
Indigófera (Indigofera sp.)	21,7	1,4	15,4	Perene e rasteira e de razoável rusticidade e promove excelente cobertura do solo. Produz 15 a 30t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 20 a 25kg de sementes ha <sup>-1</sup> .
Milheto (Pennisetum glaucum)	3,4 - 34,0	1,3 - 2,9	10,5 - 38,0	Produz de 8 a 15t/ha de massa seca. Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 240 a 250 sementes/m <sup>2</sup> ou 60kg/ha <sup>-1</sup> .
Mucuna preta (Stizolobium aterrimum)	26,7	1,4	16,3	Produz de 10 a 40t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 157kg ha <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 8 a 10 sementes m <sup>-2</sup> ou 80kg ha <sup>-1</sup> .
Siratiro (Macroptilium atropurpureum)	27,2	1,9	22,2	Produz de 14 a 28t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> de massa verde. Fixa de 76 a 140kg ha <sup>-1</sup> de N <sub>2</sub> . Recomenda-se o plantio a lanço, com densidade de 40 a 50 sementes m <sup>-2</sup> ou 5kg ha <sup>-1</sup> .
Sorgo forrageiro (Sorghum bicolor)	5,0 - 11,0	1,0 - 3,0	14,0 - 22,0	Produz de 10 a 20t ha <sup>-1</sup> de massa seca. Recomenda-se o plantio de 20 sementes por metro linear no espaçamento de 25cm ou 10kg ha <sup>-1</sup> .

Fontes: Igue et al. (1984); Kiehl (1985); Calegari (1995); Wutke et al. (2009).

Recomendações de adubação para o estado de Sergipe podem ser consultadas em Sobral et al. (2007). As orientações (tabelas) foram preparadas considerando resultados de pesquisa e a experiência de técnicos e pesquisadores, tendo como instrumento referencial as análises químicas de solo. A adubação do coqueiro pode ser consultada em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?id\\_pagina=fixas&pagina=fertonlinee](http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?id_pagina=fixas&pagina=fertonlinee) <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?pagina=31>>.

- Micronutrientes: as deficiências nas plantas ocorrem em solos pobres nesses nutrientes, por exemplo, em alguns solos de Tabuleiros Costeiros. Tais deficiências podem ser proporcionadas nas seguintes situações: quando há aumento da produtividade das culturas, com maior remoção de nutrientes; incorporação inadequada de calcário e utilização de doses elevadas; utilização de fertilizantes NPK de alta concentração, sem micronutrientes.

Para suprimento dos micronutrientes, os quelatos naturais podem ser utilizados como fontes. Vale lembrar que os fertilizantes devem conter o mínimo possível de metais pesados, levando em consideração os danos causados ao ambiente durante o processo de extração e transformação dos minerais.

Além disso, as plantas melhoradoras do solo proporcionam a incorporação de micronutrientes no solo.

#### *Formas de aplicação dos fertilizantes*

Os fertilizantes podem ser aplicados manualmente; mecanicamente, por meio de pequenos tratores, com dois aplicadores laterais distribuindo o adubo; via água de irrigação ou fertirrigação.

A fertirrigação é recomendada na agricultura irrigada e considerada o meio mais eficiente de nutrição, pois combina água e nutrientes. Apresenta as vantagens: flexibilidade de aplicação, incorporação e disponibilidade do nutriente, redução da compactação do solo, redução de prejuízos mecânicos à cultura, maior eficiência de uso dos fertilizantes, redução dos custos com mão-de-obra

e energia, adequação da dosagem às necessidades da cultura. Os biofertilizantes ou compostos líquidos podem ser diluídos e aplicados via água de irrigação.

Porém, a fertirrigação apresenta algumas desvantagens: uniformidade de aplicação do fertilizante, caso o sistema de irrigação não esteja adequadamente ajustado; riscos de corrosão; entupimento dos emissores; contaminação da fonte de água e necessidade de pessoal treinado.

#### *Frequência de aplicação dos fertilizantes*

A frequência de aplicação dependerá da marcha de absorção de nutrientes pela cultura, do tipo de fertilizante (lixiviação, índice salino), do solo (textura), do sistema de irrigação, da mão-de-obra disponível e do nível tecnológico. As aplicações devem ser mais frequentes em solos arenosos, áreas irrigadas, regiões chuvosas.

### 5.3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas necessitam de 17 elementos químicos para seu crescimento, desenvolvimento e produção, sendo 14 deles fornecidos pelo solo e complementados pela calagem e adubação.

As culturas de maior importância econômica no Estado de Sergipe – milho, laranja, coco, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, arroz, maracujá e banana – são exigentes em nutrientes, principalmente o milho e a banana (N, P e K), a cana-de-açúcar (K) e o maracujá (N).

Para a correta recomendação de calagem e adubação para determinada cultura, objetivando otimização da produtividade com viabilidade econômica e de forma ambientalmente sustentável, é fundamental a realização da análise química do solo em laboratório, a qual avalia a disponibilidade de nutrientes ou o excesso de elementos tóxicos para a planta. A primeira e mais crítica etapa da análise química se refere ao processo de amostragem do solo, que deve seguir, criteriosamente, as orientações, para não comprometer as etapas subsequentes.

De posse dos resultados das análises químicas, a interpretação e recomendações de calagem e adubação podem ser obtidas em Sobral et al. (2007).

A calagem é a primeira prática a ser realizada, sugerindo basear-se no critério da elevação da saturação por bases (V%) para o valor indicado para a cultura a ser explorada. Após a aplicação do calcário, recomenda-se o não revolvimento do solo, para que este seja mantido com cobertura vegetal (viva ou morta). Para tanto, o uso do escarificador é uma alternativa viável. Em solos com presença de alumínio em profundidade, aconselha-se substituir, por gesso, 25% da dose de calcário recomendada pela análise química do solo.

Para a adubação das culturas, as fontes sugeridas para um manejo com perspectiva agroecológica são as de origem orgânica, como os adubos verdes, esterco animal, tortas vegetais e compostos orgânicos. No caso dos adubos verdes, prefere-se utilizar as leguminosas, que fixam o nitrogênio do ar, mas é recomendável o uso de coquetel vegetal, representado pela mistura de leguminosas e não leguminosas. Existem também os adubos minerais naturais (fosfatos naturais e os pós de rocha), podendo-se, ainda, utilizar a sua mistura com adubos orgânicos (organomineral ou biofertilizante).

As formas e frequências de aplicação dos fertilizantes variam com a cultura, solo, manejo adotado e sistema de cultivo.

Assim, as recomendações apresentadas visam alcançar um sistema de cultivo ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo.

### 5.3.5 LITERATURA CONSULTADA

ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 592p.

BORGES, A. L.; ACCIOLY, A. M. de A. *Amostragem de solo para recomendação de calagem e adubação*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 122).

BORGES, A. L.; LIMA, A. de A. Propriedades químicas do solo e produtividade do maracujá amarelo sob diferentes sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: SBCS/UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. *Cobertura vegetal do solo para bananeiras*. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1998. 4p. (Embrapa-CNPMP. Comunicado Técnico, 52).

BRASIL. SECRETARIA DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO. *Amostragem e análise de solo: calagem, adubação, semente*. Brasília: MAPA/SARC, 2002. 34p.

CALEGARI, A. *Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná*. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. de; PRIETO, H. E.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, cap.13, p.769-850.

CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. da S.; RAMOS, W. F.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A. *Manejo do solo e cobertura vegetal em citros na Bahia e Sergipe*. Laranja, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 271-284, 2001.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5a aproximação: Adubação orgânica*. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.87-92.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.3. p.91-132.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BORDUCCHI, A. S.; SARRUGE, J. R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 30, p. 267-279, 1973.

IGUE, K.; ALCOVER, M.; DERPSCH, R.; PAVAN, M. A.; MELLA, S. C.; MEDEIROS, G. B. *Adubação orgânica*. Londrina: IAPAR. 1984. 33p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 59).

KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LOPES, L. C. *Avaliação de práticas culturais na melhoria das propriedades físicas de um Latossolo Amarelo álico coeso, cultivado com as variedades de mamão Sunrise Solo e Tainung nº1*. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

MAGALHÃES, A. F. de J. Adubação verde na cultura do citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. *Resumos...* Salvador: SBF, 1994, p. 505-506.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 254p.

MENEGUCCI, J. L. P.; AMARAL, A. M. do; SOUZA, M. de. Alterações das propriedades químicas do solo na camada superficial após adubação verde com crotalária. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 7-122, 1995.

SILVA, M. S. L. da; CHAVES, V. C.; RIBEIRO, F. N.; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; CUNHA, T. J. F. Espécies vegetais para adubação verde e/ou cobertura do solo em cultivo orgânico de fruteiras na Região Semiárida do Nordeste Brasileiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, 2008. 1CD-ROM.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W. de; ANJOS, J. L. dos; BARRETO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

SRIVASTAVA, A. K.; SINGH, S.; MARATHE, R. A. Organic citrus: soil fertility and plant nutrition. *Journal of Sustainable Agriculture*, Nova York, v. 19, n. 3, p. 5-29, 2002.

WUTKE, E. B.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J.; DRUGOWICH, M. I. *Adubação verde no Estado de São Paulo*. Campinas: CATI, 2009. 89p. (CATI. Boletim Técnico, 249).