

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Centro de Pesquisas do Cacau



RECOMENDAÇÕES DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES NA CULTURA DO CACAUEIRO NO SUL DA BAHIA

BOLETIM TÉCNICO Nº 203

*Rafael Edgardo Chepote
George A-drade Sodré
Edso- Lopes Reis
Robério Gama Pacheco
Paulo César Lima Marrocos
Raúl Re-é Valle*

2013

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Ministro: Antônio Eustáquio Andrade Ferreira

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC

Diretor: Helinton José Rocha

Superintendência Regional no Estado da Bahia - SUEBA

Superintendente: Juvenal Maynard Cunha

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

Chefe: Adonias de Castro Virgens Filho

Centro de Extensão (CENEX)

Chefe: Sergio Murilo Correia Menezes

Superintendência Regional no Estado de Rondônia - SUERO

Superintendente: Wilson Destro

Superintendência Regional no Estado do Pará - SUEPA

Superintendente: Jay Wallace da Silva e Mota

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Centro de Pesquisas do Cacau



ISSN 0100-0845

RECOMENDAÇÕES DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES NA CULTURA DO CACAUEIRO NO SUL DA BAHIA

*Rafael Edgardo Chepote
George A-drade Sodré
Edso- Lopes Reis
Robério Gama Pacheco
Paulo César Lima Marrocos
Raúl Re-é Valle*

BOLETIM TÉCNICO Nº 203

Ilhéus - Bahia

2013

CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU - (CEPEC)

Chefe: Adonias de Castro Virgens Filho

SERVIÇO DE PESQUISAS

Chefe: José Marques Pereira

SERVIÇO DE SUPORTE TÉCNICO

Chefe: Albertí Pereira Magalhães

Comissão de Editoração: Adonias de Castro Virgens Filho; Almir Martins dos Santos; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Maria das Graças Conceição Parada Costa Silva; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Stela Dalva Vieira Midlej Silva; Uilson Vanderlei Lopes

Editor: Ronaldo Costa Argôlo

Co-Editor: Quintino Reis de Araujo

Assistentes de Editoração: Jacqueline C. C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

Editoração eletrônica: Selenê Cristina Badaró e Jacqueline C. C. do Amaral

Apoio financeiro: CEPLAC

Endereço para correspondência:

CEPLAC/CEPEC/SIDOC

Caixa Postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil

Telefone/Fax: (73) 3214 -3218

E-mail: agrotrop@cepec.gov.br

Tiragem: 1000 exemplares

F
633.7496
C 519

CHEPOTE, R. E. et al. 2013. Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacauero no sul da Bahia. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 203. 44p.

1.- Theobroma cacao - Solo - Fertilização 2. Theobroma cacao - solo - Calcário. 3. Theobroma cacao - Solo - N. P. K. I.Título: Sodré, E. L. colab. II.Título: Reis, E. L. colab. III.Título: Pacheco, R. G. colab. IV.Título: Marrocos, P. C. L. colab. V.Título: Valle, R. R. colab. VI. Título. VII. Série.



SUMÁRIO

1. Resumo	7
2. Abstract	9
3. Introdução	10
4. Necessidades nutricionais do cacaueteiro	10
5. Amostragem de solo	14
5.1. Instruções para coleta	14
6. Diagnose foliar do cacaueteiro	15
7. Utilização de corretivos no cacaueteiro	21
7.1. Quantidade de corretivo	21
7.2. Qualidade do corretivo	21
7.3. Aplicação do corretivo	22
8. Utilização de gesso agrícola	22
9. Utilização de fertilizantes no cacaueteiro	24
9.1. Adubação mineral	24
9.2. Adubação mineral na fase de viveiro	26
9.3. Adubação mineral na fase de formação	27
9.4. Adubação mineral na fase de produção	31
9.5. Adubação orgânica do cacaueteiro	33
9.6. Adubação com micronutrientes	33
9.7. Adubação foliar do cacaueteiro	34
10. Considerações finais	35
11. Agradecimentos	36
12. Literatura	36
13. Anexos	39
Anexo I	40
Anexo II	42
Anexo III	43

RECOMENDAÇÕES DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES NA CULTURA DO CACAUEIRO NO SUL DA BAHIA

Rafael Edgardo Chepote⁽¹⁾, George Andrade Sodré⁽¹⁾, Edson Lopes Reis⁽¹⁾, Robério Gama Pacheco⁽¹⁾, Paulo César Lima Marrocos⁽¹⁾, Raúl René Valle⁽¹⁾

1. RESUMO

A fim de responder às demandas agronômicas que surgem com a implantação da nova fase do cultivo do cacaueteiro no Sul da Bahia, Brasil, caracterizada pelo plantio de variedades clonais tolerantes a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), o Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), principal unidade de pesquisas da Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), atualizou as recomendações técnicas sobre uso de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueteiro nessa região. As recomendações variam de acordo com as faixas de disponibilidade para P e K nos solos, sendo que a dose de N foi fixada em 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Assim, em solos com baixos teores disponíveis de P (< 9 mg dm⁻³) e K (< 0,10 cmol_c dm⁻³) recomenda-se a aplicação de 60-90-60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Quando esses elementos se situam na faixa média (P entre 9 e 16 mg dm⁻³ e K entre 0,10 e 0,25 cmol_c dm⁻³) as aplicações anuais são reduzidas para 60-60-30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Para a faixa alta de P (17 a 30 mg dm⁻³) e K (> 0,25 cmol_c dm⁻³) as aplicações anuais são reduzidas para 60-30-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Acima dos limites superiores não se recomenda aplicação de P nem de K, adicionando-se somente 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Novo critério na utilização de adubos orgânicos foi introduzido para solos com teor de matéria orgânica inferior a 30 g kg⁻¹. Nestes solos se recomenda a utilização de composto da casca do fruto do cacaueteiro e/ou esterco de curral na dosagem de 8 kg planta⁻¹. Após dois anos de adubação contínua em plantações

¹CEPLAC/CEPEC/Km 22, Rod. Ilhéus/Itabuna - Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil; E-mail: geopro@cepec.gov.br

Chepote et al.

adultas em produção e quatro anos em plantações novas de clones de cacau, efetua-se nova amostragem e análise de solo para avaliar o efeito residual dos fertilizantes. Contemplam-se doses maiores de fertilizantes para produtividades médias acima de 1200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cacau seco para dar sustentabilidade ao aumento da produção. Na correção da acidez dos solos foram introduzidos novos critérios para uso de gesso agrícola, baseados no teor de Al trocável e textura do solo. A utilização de corretivos visa elevar a saturação das bases (Ca, Mg e K) para 60% da capacidade de troca catiônica total.

Palavras-chave: : Fertilização, gesso, calcário, N, P, K

2. ABSTRACT

RECOMMENDATIONS OF LIME AND FERTILIZERS IN THE CULTURE OF CACAO IN SOUTH OF BAHIA, BRAZIL

In order to meet the agronomic demands that arise with the implementation of the new phase of cacao cultivation in southern Bahia, Brazil, characterized by planting of clonal varieties tolerant to witches' broom (*Moniliophthora perniciosa*), the Cacao Research Center (Cepec), main research unit of the Executive Commission of the Cacao Farming Plan (CEPLAC), updated the technical recommendations for the use of lime and fertilizers in the cultivation of cacao in the region. Recommendations vary according to ranges of P and K availability in soils, being the N rate set at 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Thus, in soils with low available P content (<9 mg dm⁻³) and K (<0.10 cmol_c dm⁻³) it is recommended the application of 60-90-60 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O, respectively. When these elements are in the middle range (P between 9 to 16 mg dm⁻³ and K between 0.10 to 0.25 cmol_c dm⁻³) the annual applications are reduced to 60-60-30 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O. For the high range of P (17 to 30 mg dm⁻³) and K (> 0.25 cmol_c dm⁻³) applications per year are reduced to 60-30-00 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O. Above the upper limits is not recommended application of P or K, adding only 60 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of N. New criterion in the use of organic fertilizers was introduced for soils with organic matter content below 30 g kg⁻¹. In these soils is recommended the use of compost of cacao husk and/or cattle manure at a dosage of 8 kg plant⁻¹. After two years of continuous fertilization in producing plantation and four years in new plantations of cacao clones, a new sampling and soil analysis is done to evaluate the residual effect of fertilizers. The recommendations include higher doses of fertilizer for average yields above 1200 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of dry cacao seeds to provide sustainability to the increased production. In correcting soil acidity, new criteria were introduced for the use of gypsum based on the content of exchangeable Al and soil texture. The objective of the use of lime is to raise base saturation (Ca, Mg and K) to 60% of the total cation exchange capacity.

Key word: Fertilization, gypsum, lime, N, P, K

3. INTRODUÇÃO

O Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), principal unidade de pesquisas da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), após intensas discussões das suas equipes técnicas, realizadas com o objetivo de atualizar as recomendações sobre uso de corretivos e fertilizantes, disponibiliza a 3ª aproximação de recomendações técnicas para utilização desses insumos na cultura do cacaueteiro no Sul da Bahia.

Os trabalhos realizados pela Seção de Solos e Nutrição de Plantas (Senup), com a colaboração da Seção de Fisiologia Vegetal (Sefis), têm como objetivo responder às demandas agronômicas que surgem com a implantação da nova fase da cacauicultura baiana, caracterizada pelo plantio de variedades clonais, assim como, otimizar as recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueteiro.

O uso de corretivos e fertilizantes nas plantações de clones de cacaueteiro recomendados pela Ceplac, associada à correção do sombreamento definitivo (raleamento de sombra) vem apresentando respostas promissoras com produtividades acima de 80 @ por hectare, o que evidencia uma associação estreita entre fertilização e produtividade.

Na atual recomendação de corretivos e fertilizantes além de considerar o gradiente e a distribuição do sombreamento, deve-se considerar também o estado fitossanitário da plantação, o regime hídrico e as características físico-químicas do solo, tais como textura, profundidade efetiva, drenagem, pH, H^+ , Al^{3+} , P disponível e bases trocáveis de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

4. NECESSIDADES NUTRICIONAIS PARA O CACAUEIRO

As plantas para crescer e produzir necessitam dos nutrientes considerados essenciais. Atualmente conhecem-se 15 elementos essenciais: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Boro, Cobre, Ferro, Zinco, Manganês e Molibdênio. Os três primeiros são absorvidos do ar e da água, e os demais são absorvidos do solo pelas raízes. Outros elementos também são considerados benéficos à vida das plantas tais como Silício, Cobalto, Níquel, Cloro e Sódio, embora estejam restritos a

Corretivos e fertilizantes para o cacaueteiro

determinadas espécies de vegetais, pois atuam na proteção de determinadas doenças (Marschner, 1995). Merece destaque os estudos sobre nutrição mineral do cacaueteiro realizado por: Cabala-Rosand F.P.; Prado e Miranda (1969); Cabala e Santana (1972); Cabala, Miranda e Santana (1975); Santana et al. (1978); Santana, Ezeta e Morais. (1980); Malavolta; Malavolta e Cabral (1984).

Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes na nutrição das plantas e no seu crescimento; faz parte de proteínas e da clorofila. Este elemento pode ser absorvido pelo cacaueteiro na forma nítrica (NO_3^-) e/ou amoniacal (NH_4^+). O nitrogênio absorvido na forma nítrica é reduzido a amônia pela ação da enzima nitrato-reductase passando a fazer parte das moléculas de proteínas, ácidos nucléicos, reguladores vegetais e vitaminas.

A deficiência de nitrogênio na planta reduz o crescimento e produção, caracterizando-se por clorose generalizada e uniforme, folhas pequenas e senescência prematura. A ausência deste elemento provoca várias alterações no metabolismo, reduzindo o crescimento e tornando a planta raquítica.

Fósforo

É um elemento essencial na divisão celular, indispensável na fotossíntese e no desenvolvimento de tecidos meristemáticos, sendo um dos componentes dos ácidos nucléicos. É constituinte de compostos vitalmente importantes como fitina, lecitinas, nucleotídeos como ATP (adenosina trifosfato), que são armazenadores de energia na célula. É absorvido principalmente na forma de $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$. Plantas deficientes em fósforo apresentam sistema radicular mal desenvolvido, folhas e caules apresentam-se pequenos e de coloração variando de esverdeado, marrom esverdeado, púrpura ou verde escuro, o florescimento e frutificação são retardadas e os frutos e sementes apresentam-se pequenos.

Potássio

É o cátion mais abundante no tecido vegetal sendo absorvido na forma de íon K^+ . É um elemento que tem grande mobilidade o que lhe confere fácil redistribuição no interior da planta, deslocando-se das folhas velhas para as folhas mais novas em caso de deficiência do elemento. Acumula-se sempre nas partes em crescimento ativo; cerca de 70% do potássio encontra-se adsorvido

no suco celular e nas proteínas do protoplasma. Participa do curso normal de todos os processos metabólicos e é responsável pela economia de água na planta, diminuindo a tendência ao murchamento. O potássio tem importância na translocação dos carboidratos e na síntese das proteínas e ácidos graxos. Este elemento afeta a qualidade de muitos produtos vegetais, aumentando o conteúdo de açúcar, amido e gordura.

Cálcio

Este elemento é essencial no crescimento da raiz, sendo um dos constituintes da lamela média da parede celular que é composta principalmente de pectato de cálcio. É absorvido como Ca^{2+} e transportado via xilema de forma unidirecional, isto é, da raiz para a parte aérea necessitando neste transporte do fornecimento de energia. O cálcio não se redistribui via floema, desta maneira os sintomas de deficiência se manifestam em primeiro lugar nos órgãos mais novos como folhas, regiões de crescimento ou fruto em desenvolvimento.

Magnésio

Diferentemente do cálcio, o magnésio é bastante móvel no floema de modo que sua redistribuição na planta é facilitada. Absorvido na forma iônica Mg^{2+} , é um elemento constituinte da molécula de clorofila e desempenha papel indispensável no processo da fotossíntese, funcionando como ativador de várias enzimas relacionadas ao metabolismo dos carboidratos e outras envolvidas na síntese dos ácidos nucléicos.

Enxofre

O enxofre é componente de aminoácidos e, portanto proteínas, e pode ser absorvido pelas folhas na forma gasosa como SO_4^{-2} e pelas folhas e frutos quando aplicado no controle fitossanitário. O SO_4^{-2} é a forma mais absorvida pelas raízes nas condições de solo. O enxofre orgânico (como o aminoácido cisteína) pode ser absorvido diretamente pelas raízes. O enxofre não se redistribui apreciavelmente pelo floema e xilema o que provoca o aparecimento inicial dos sintomas de carência nos órgãos mais novos. As plantas carentes de enxofre mostram desordens na estrutura dos cloroplastos, a intensidade fotossintética é diminuída, o teor de clorofila é reduzido e há aumento dos compostos solúveis de nitrogênio presentes na folha, resultantes de uma redução na síntese da proteína.

Corretivos e fertilizantes para o cacauieiro

Boro

Entre os micronutrientes o boro é singular no sentido de haver pequena diferença entre a concentração adequada e a tóxica para a planta. É importante para a germinação do grão de pólen, formação de flores, frutos e raízes. A deficiência de boro provoca desorganização nos vasos condutores do floema. A deficiência de boro na planta ocorre nos tecidos em crescimento devido à baixa mobilidade deste elemento, provocando encurtamento dos internódios e deformação de folhas e frutos.

Cobre

O cobre participa de vários processos fisiológicos como: fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, redução e fixação do nitrogênio, metabolismo de proteínas e da parede celular. É indispensável no processo de respiração e como catalisador nos vários processos de oxidação nas plantas. Influencia na permeabilidade dos vasos do xilema à água e está envolvido em mecanismos de resistência a doenças. É absorvido na forma de Cu^{2+} e acumula-se na planta em concentração de até 200 mg kg^{-1} .

Ferro

O ferro é essencial para a síntese da clorofila e entra na composição de algumas proteínas envolvidas em processos de oxidação como componente organometálico; é também constituinte de enzimas ligadas a respiração. O ferro pode ser absorvido pelas plantas nas formas di e trivalente, mas a primeira é que parece ser metabolicamente ativa, pois tecidos com alto teor de Fe^{3+} podem mostrar deficiência deste elemento. É pouco móvel na planta, apresentando sintomas de deficiência nas folhas novas que se tornam pequenas e cloróticas entre as nervuras. A carência de ferro reduz o crescimento vegetativo, diminuindo desta maneira a produção e em casos agudos verifica-se a seca dos ramos e morte da planta.

Manganês

O manganês participa da síntese de proteínas e da formação de ácido ascórbico (vitamina C). É encontrado em maior concentração nos pontos fisiologicamente ativos e absorvido na forma de Mn^{+2} . É um elemento importante nos processos de respiração e metabolismo do nitrogênio, funcionando como ativador de muitas oxirredutases, descarboxilases, hidrolases e transferidoras de grupos de radicais fosfatados de ATP.

Zinco

O zinco funciona como ativador de várias enzimas tais como desidrogenases e fosfohidrolases. É necessário para a formação de ácido indolacético (AIA), um importante regulador de crescimento. É absorvido da solução do solo como Zn^{2+} e tem função básica na formação de carboidratos, proteínas, outras auxinas além de AIA, RNA e ribossomos. A deficiência de zinco reduz o nível de AIA, o que provoca encurtamento dos internódios e redução do tamanho das células.

Molibdênio

É um constituinte essencial do sistema da redutase do nitrato, isto é, da conversão do nitrato absorvido em nitrito. O molibdênio é absorvido na faixa de pH 5 – 6 na forma de MoO_4^{-2} e transportado, via xilema, nessa forma. É o principal ativador do metabolismo de nitratos e da fixação do nitrogênio atmosférico por microorganismos. De maneira contrária aos demais micronutrientes, sua deficiência na planta relaciona-se com a elevação do pH do solo. Sua disponibilidade diminui em condições de acidez acentuada.

5. AMOSTRAGEM DO SOLO

A amostragem é uma etapa importante e crítica na avaliação da fertilidade do solo porque poderá levar a recomendações errôneas, por melhor que seja a qualidade do serviço prestado pelos laboratórios. É com base na análise química da amostra que se definirão as doses de corretivos e fertilizantes a serem aplicados ao solo.

5.1 Instruções para coleta

A amostra composta de áreas homogêneas não deve ser superior a cinco hectares e, em muitos casos, não superior a dois. Para formar uma amostra composta, deve-se percorrer a área em ziguezague retirando 12 amostras simples de volumes iguais, à profundidade de 0-20 cm, com o auxílio de um trado, enxada ou pá reta e colocá-las em baldes plásticos. As amostras simples deverão ser misturadas para formar uma amostra composta.

Deve-se retirar aproximadamente 300 g de amostra composta e encaminhá-la ao laboratório de análise o mais rapidamente possível a fim de evitar alterações

Corretivos e fertilizantes para o cacaueteiro

no solo. Anexar dados informativos sobre local, profundidade e adubações anteriores. As propriedades assistidas pelo serviço de extensão da Ceplac deverão encaminhar as amostras por meio dos Escritórios Locais.

Os pontos de coleta devem estar afastados de casqueiros, formigueiros, detritos orgânicos e locais erodidos. Deve-se afastar o folheto antes de retirar a amostra. Em áreas previamente adubadas escolher os pontos onde foram aplicados os fertilizantes.

Observação: em regiões de transição, de solos Neossolos Flúvicos (aluviais argilosos distróficos) ou Argissolos distróficos - vargito distrófico que apresentem histórico de saturação de alumínio superior a 30%, em profundidade, é necessário coletar amostras às profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, para verificar a necessidade de correção de alumínio, em profundidade, com uso de gesso agrícola.

6. DIAGNOSE FOLIAR DO CACAUEIRO

A diagnose foliar consiste no monitoramento do estado nutricional das plantas. A falta ou excesso de um elemento é evidenciado por teores de referência e anomalias típicas de cada elemento.

Deve-se ter em conta que antes de aparecerem os sintomas de deficiência, o crescimento da planta e a produção já estão limitados – é o que se conhece por “fome oculta”. A Tabela 1 e as Figuras 1 a 9 mostram os principais sintomas de deficiências nutricionais em folhas de cacaueteiro.

Tabela 1. Chave de identificação de sintomas de deficiências minerais no cacauieiro

Sintoma principal	Sintomas específicos	Elementos
Plantas tipicamente cloróticas	<p>- Clorose nas folhas (novas e velhas), verde pálido, redução no tamanho das folhas e da planta, folhas espessas e duras apresentando, em casos extremos, necrose a partir da extremidade do limbo (ocorre principalmente em cacauais sombreados ou invadidos por ervas daninhas) Figura 1.</p> <p>- Clorose em todas as folhas novas, redução do tamanho e largura das folhas, nervuras às vezes mais pálidas que o limbo (deficiência muito rara em condições de campo). Figura 6.</p> <p>- Clorose somente nas folhas novas, cor amarelo vivo com nervuras verdes completos branqueamento das folhas nos casos avançados, porém não há redução do tamanho nem na espessura e as folhas velhas apresentam aspecto normal (deficiência comum nos solos mal drenados ou muito pobres em matéria orgânica ou sob condições de alcalinidade. Figura 7.</p>	<p>Nitrogênio</p> <p>Enxofre</p> <p>Ferro</p>
Clorose Internerval	<p>-Clorose nas folhas velhas, geralmente acompanhada de necrose formando ilhas de tecidos mortos entre as nervuras, havendo às vezes necrose marginal (deficiência mais comum em solos ácidos e às vezes observada em viveiros). Figura 5.</p> <p>- Clorose nas folhas novas, limitada por uma faixa entre as nervuras, apresentando as nervuras e adjacências coloração normal (deficiência comum em solos alcalinos). Figura 9.</p>	<p>Magnésio</p> <p>Manganês</p>
Folhas tipicamente necróticas	<p>- Necroses estritamente marginais principalmente em folhas velhas. Clorose marginal de duração efêmera pela subsequente necrose, havendo divisão nítida entre o tecido necrótico e o vivo, característica que serve para distinguir da <i>queima marginal</i> por falta de água (deficiência comum em solos ácidos). Figura 3.</p> <p>-Necrose nas folhas mais novas formando grandes ilhas entre as nervuras, dispostas simetricamente ao longo da nervura central, havendo queda prematura das folhas (raramente observada em condições de campo). Figura 4.</p> <p>- Folhas novas de tamanho reduzido exibindo acentuada curvatura convexa pelo aparente repuxamento da nervura central, podendo formar verdadeira espiral. Limbo endurecido e quebradiço, necrose terminal nas folhas mais velhas (deficiência possível de encontrar-se em solos arenosos e lixiviados, em períodos secos ou em condições de alcalinidade). Figura 10.</p>	<p>Potássio</p> <p>Cálcio</p> <p>Boro</p>

Corretivos e fertilizantes para o cacaueteiro

Folhas	- Folhas novas apresentando distorções muito estreitas em relação ao comprimento, margem freqüentemente ondulada e limbo às vezes em forma de foice. Clorose em pequenas manchas entre as nervuras secundárias podendo em casos avançados dominar todo o limbo. As folhas mais velhas podem mostrar pequenas pontuações cloróticas enfileiradas ao longo das nervuras principais (deficiência freqüente em solos arenosos e alcalinos, às vezes induzida pelo excesso de calagem ou de adubação fosfatadas). Figura 8.	Zinco
novas	- Folhas novas de tamanho reduzido, dando a impressão de comprimidas longitudinalmente. Nervuras secundárias em menor número e com distâncias irregulares convergindo para a parte apical. Necrose freqüente no ápice da folha (deficiência rara de campo).	Cobre
deformadas	- Planta de tamanho reduzido, com folhas relativamente estreitas, porém preservando a cor verde normal, desfolhamento acentuado observa-se, às vezes, uma necrose na zona apical do limbo (deficiência muito generalizada, mas talvez a mais freqüente, mas em geral despercebida) Figura 2.	Fósforo
	- Folhas novas relativamente finas e translúcidas, apresentando ligeira clorose marchetada, mas pronunciada nas regiões internervais, podendo apresentar, posteriormente, necrose marginal (deficiência muito rara).	Molibdênio

Fonte: Alvim (1961), para o enxofre Marrocos et al. (2010).

Para análise foliar do cacaueteiro deve-se coletar a terceira folha a partir do ápice de um lançamento recém amadurecido, na meia altura da copa da planta. A época de referência da coleta é no verão, evitando-se ramos com lançamento foliar. Coletar quatro folhas por planta (uma em cada quadrante), percorrendo-se toda a área de uma gleba homogênea, num total de 10 cacaueteiros por amostra composta (Sodré et al., 2001). Não coletar folhas atacadas por pragas, doenças ou com injúria mecânica.

As folhas deverão ser coletadas e acondicionadas em sacos de papel e remetidas ao laboratório no mesmo dia. Se o tempo entre a coleta e a entrada no laboratório for superior a duas horas, as amostras devem ser mantidas em geladeira ou isopor com gelo. Na Tabela 2 são apresentados teores dos elementos observados em folhas e faixas de teores em plantações de cacau.

Chepote et al.

Tabela 2. Teores foliares de macro e micronutrientes em folhas de cacauzeiros produtivos

	Macronutrientes			Micronutrientes			
	Abreu et al. ⁽¹⁾	Malavolta ⁽²⁾	Sodré et al. ⁽³⁾	Abreu et al. ⁽¹⁾	Malavolta ⁽²⁾	Sodré et al. ⁽³⁾	
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹			
N	17,7 - 21,9	20 - 23	23,4 - 24,0	B	-	40 - 55	-
P	0,9 - 1,2	2,0 - 2,3	2,1 - 2,2	Cu	6,0 - 8,7	20 - 25	38,9 - 44,0
K	3,8 - 12,5	21 - 24	16,5 - 17,1	Fe	33 - 64	150 - 250	62,7 - 83,4
Ca	16,7 - 22,2	5,0 - 8,0	8,3 - 9,0	Mn	242 - 435	80 - 110	194,2 - 226,4
Mg	6,4 - 9,0	4,0 - 6,0	4,3 - 4,5	Mo	-	0,5 - 1,0	-
S	1,4 - 2,0	2,0 - 2,2	-	Zn	32 - 75	55 - 70	115,9 - 129,7

Fontes: ⁽¹⁾Abreu et al. (1996); ⁽²⁾Malavolta, (1997): plantações de cacau híbrido com mais de 100@/ha; ⁽³⁾Sodré et al. (2001). cacauzeiros clonados

Sintomas de deficiências minerais



Figura 1. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de nitrogênio (N)



Figura 2. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de fósforo (P).



Figura 3. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de potássio (K).



Figura 4. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de cálcio (Ca).



Figura 5. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de magnésio (Mg).



Figura 6. Folha de cacaueteiro normal a esquerda e com carência de enxofre (S).



Figura 07. Carência de ferro (Fe)



Figura 08 – Carência de zinco (Zn)



Figura 09. Carência de manganês (Mn)



Figura 10 – Carência de boro (B)

7. UTILIZAÇÃO DE CORRETIVOS NO CACAUEIRO

O uso de corretivos é importante não só para a correção da acidez do solo e toxidez de alumínio e manganês como também para a nutrição das plantas. No caso específico do cacauieiro pretende-se, com a calagem, alcançar no solo uma relação equimolar Ca: Mg de 3:1.

Os calcários são classificados de acordo com os teores de óxidos de cálcio e magnésio (Tabela 3). Entretanto, cabe aos técnicos avaliar e decidir qual o corretivo mais adequado às condições químicas de cada solo.

Tabela 3. Classificação dos calcários de acordo com os teores de MgO e CaO

Calcário	Teores		
	MgO	%	CaO
Calcítico	< 6		40 a 45
Dolomítico	> 12		25 a 30

Fonte: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2006).

7.1. Quantidade de corretivo

A necessidade de corretivos para o cacauieiro em solos ácidos e de baixa fertilidade, a exemplo dos Latossolos distróficos, visa à elevação dos teores trocáveis de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ para $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Por outro lado, nos solos Neossolos Flúvicos (aluviais argilosos distróficos), e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, que apresentam baixos teores de Ca^{2+} Mg^{2+} e, saturação de alumínio elevada, a quantidade de corretivo deverá ser calculada para elevar a saturação de bases (V%) para 60%.

7.2. Qualidade do corretivo

A qualidade do corretivo é função dos teores de óxidos de cálcio e magnésio e tamanho das partículas. A partir destes valores se obtém o Poder Relativo de

Neutralização Total (PRNT). O fator de correção ($f = 100/\text{PRNT}$) corrige as quantidades de corretivo que serão aplicadas no solo.

Observação: Para fins agrícolas, o Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não permite que sejam comercializados calcários com PRNT inferior a 45% (calcário tipo A).

7.3. Aplicação do corretivo

Para que a correção da acidez seja eficiente, é necessário o contato entre as partículas do calcário e o solo. Na região cacauceira, a existência de solos com afloramentos rochosos e de relevo acidentado limita a incorporação do calcário por máquinas agrícolas.

Em áreas de implantação, o calcário deve ser aplicado em toda área, a lanço e em cobertura após o balizamento. Esta aplicação deve ser feita de uma só vez, se a dose não ultrapassar $4000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em solos Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e Neossolos Flúvicos (aluviais argilosos distróficos), ou $2000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em solos Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos e Argissolo Amarelo distróficos de textura média e/ou franco arenosos. Quando a dose ultrapassar estes valores, a aplicação deve ser dividida em duas ou três, respeitando-se a dose máxima permitida e aplicação semestral, para solos com teor de argila acima de 30% e anual para solos com menos de 30%.

Em lavouras já formadas, a aplicação do corretivo deve ser a lanço e em cobertura, no espaço entre quatro cacauzeiros. Para se determinar a quantidade de calcário a ser aplicada com base no espaçamento de $3 \times 3 \text{ m}$ (9 m^2), deve-se multiplicar pelo fator 0,9 que permite converter a quantidade de calcário recomendada, em kg por hectare, para gramas. Por exemplo, para uma recomendação de 2000 kg ha^{-1} , a quantidade aplicada em 9 m^2 será de 1800 g.

Independente da quantidade do corretivo aplicado, na área, recomenda-se, também, incorporar o corretivo na cova como fonte de cálcio e magnésio. Para calcular a quantidade em gramas de calcário a ser aplicado em covas de $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}$, deve-se multiplicar pelo fator 0,064 a quantidade de corretivo em kg ha^{-1} . O calcário deve ser misturado com o solo e adicionado na cova. Por exemplo, se a recomendação é aplicar 2000 kg de calcário por hectare, em cada cova se incorporarão 128 gramas ($2000 \text{ kg calcário} \times 0,064 = 128 \text{ g cova}^{-1}$).

8. UTILIZAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA

O gesso agrícola é basicamente o sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), obtido como subproduto industrial da produção de ácido fosfórico. É um sal pouco solúvel em água ($2,5 \text{ g L}^{-1}$), no entanto, é uma boa fonte de cálcio (17 a 20% de Ca) e de enxofre (14 a 17% de S).

A utilização do gesso agrícola, na melhoria do ambiente radicular das plantas, tem sido relatada por diversos autores em várias culturas. Isto se deve à movimentação de cálcio para as camadas subsuperficiais (20 a 40 cm) do solo e/ou à diminuição dos efeitos tóxicos do alumínio trocável (Ritchev et al., 1980; Lopes, 1983).

A acidez nas camadas subsuperficiais dificulta o crescimento de raízes devido aos elevados teores de alumínio ($> 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al^{3+}) e saturação por alumínio ($\text{m}\% \geq 30\%$), principalmente quando associados a baixos teores de cálcio ($\text{Ca}^{2+} \leq 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Esta acidez pode resultar em frustrações de safras, notadamente em regiões susceptíveis a ocorrências de veranicos, já que, quanto menor for o aprofundamento do sistema radicular, menor será o volume de solo explorado e conseqüentemente menor disponibilidade de água e nutrientes para o cacaueteiro. Este é o caso dos solos aluviais argilosos - Neossolos Fúlvicos distróficos de Linhares - ES e do vargito distrófico - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico - na região de Camacan, na Bahia.

A quantidade de gesso agrícola a ser aplicada pode ser calculada de acordo com o teor de argila das camadas de 20 a 40 cm de espessura, conforme apresentando na Tabela 4.

Tabela 4. Necessidade de gesso (NG) de acordo com o teor de argila do solo da camada de 20 a 40 cm de espessura

% t	ha ⁻¹
Argila	NG
< 15	0,0 a 0,4
15 a 35	0,4 a 0,8
35 a 60	0,8 a 1,2
> 60	1,2 a 1,6

Fonte: Alvarez V. et al. (1999) com adaptações.

9. UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES NO CACAUEIRO

9.1. Adubação mineral

A adubação de cacauzeiros baseia-se em resultados de ensaios de campo que determinam níveis críticos de fósforo e potássio disponíveis e doses de nitrogênio que proporcionarão maior crescimento e produção da planta. Com base nestes critérios, foram disponibilizadas doze formulações (Tabela 5) com as respectivas quantidades de nutrientes por hectare e doses de fertilizantes a serem utilizados.

Tabela 5. Quantidade de nutrientes, composição e doses de fertilizantes a serem utilizadas em plantações de cacauero, depois do terceiro ano de idade

		FÓSFORO DISPONÍVEL			
FAIXA	BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA	
mg dm ⁻³	< 9	9 a 16	17 a 30	> 30	
POTÁSSIO DISPONÍVEL	BAIXA	Nutriente kg ha ⁻¹			
		N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 90 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 60 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 30 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 00 - 60
	MÉDIA	Composição %			
	ALTA	Mistura kg ha ⁻¹			
C	BAIXA	Nutriente kg ha ⁻¹			
		N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 90 - 30	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 60 - 30	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 30 - 30	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 00 - 30
	MÉDIA	Composição %			
	ALTA	Mistura kg ha ⁻¹			
N	BAIXA	Nutriente kg ha ⁻¹			
		N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 90 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 60 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 30 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 00 - 60
	MÉDIA	Composição %			
	ALTA	Mistura kg ha ⁻¹			
K ₂ O	BAIXA	Nutriente kg ha ⁻¹			
		N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 90 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 60 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 30 - 60	N P ₂ O ₅ K ₂ O 60 - 00 - 60
	MÉDIA	Composição %			
	ALTA	Mistura kg ha ⁻¹			
Fonte: Cabala, Santana e Santana (1985). Modificado pela Equipe Técnica da Seção de Solos e Nutrição de Plantas, Chepote et al. (2005).					

9.2. Adubação na fase de viveiro

Recomenda-se para encher saquinhos no viveiro coletar solo entre 0 e 40 cm de profundidade, misturar resíduos orgânicos bem decompostos (esterco de gado e/ou composto de casca do fruto ou testa da amêndoa do cacau) na proporção de 4:1 (solo: resíduo orgânico). Adicionar para cada m³ da mistura: 1,0 kg de calcário dolomítico, o qual deverá ser adicionado 30 dias antes da aplicação fertilizantes (5,0 kg de superfosfato simples; 200 g de FTE; 500 g de cloreto de potássio). Para suprimento de nitrogênio, recomenda-se preparar solução de uréia a 0,5 % (50 g de uréia em 10 litros de água) e pulverizar quinzenalmente as mudas.

Observação: Camadas superiores do solo, apesar de mais férteis e ricas em matéria orgânica, são mais infestadas por sementes de plantas invasoras o que exigirá maiores custos no manejo das mudas.

Caso ocorram sintomas de deficiência de algum micronutriente nas mudas do cacauero, esta poderá ser corrigida com adubação foliar usando formulações existentes no mercado ou com as quantidades sugeridas na Tabela 6. As aplicações devem ser realizadas com intervalos de 15 dias até a correção das carências minerais.

Tabela 6. Fontes e quantidade de micronutrientes na adubação foliar

Elemento	Quantidade ¹
	g 100 L ⁻¹ água
Zinco	300 g de sulfato de zinco + 150 de cal extinta
Boro	50 g de ácido bórico
Cobre	300 g de oxiclreto de cobre
Ferro	300 g de sulfato ferroso
Manganês	300 g de sulfato de manganês

¹ As fontes podem ser dissolvidas conjuntamente, com exceção do sulfato ferroso que deve ser preparado separadamente.

Fonte: Prezotti et al.(2007) modificado pela Equipe Técnica da Seção de Solos e Nutrição de Plantas. Chepote et al. (2005).

9.3. Adubaçãõ na fase de formaçãõ

A adubaçãõ do cacaueteiro na fase de formaçãõ inicia-se na cova de plantio estendendo-se atã trẽs anos põs-plantio. Na cova, a adubaçãõ baseia-se na quantidade de fõsforo disponõvel no solo (Tabela 7).

Tabela 7. Fontes e doses de adubos fosfatados aplicados na cova⁽¹⁾, de acordo com as faixas de disponõibilidade de fõsforo no solo

Faixas de Disponõibilidade	Fõsforo mg dm ⁻³ de P		
	< 9	9 a 16	17 a 30
Necessidade de P ₂ O ₅	40	g de P ₂ O ₅ cova ⁻¹	
		30	20
Fontes		g cova ⁻¹	
Superfosfato Triplo	100	70	50
Superfosfato Simples	220	170	110
Termofosfato magnesiano	220	170	110

⁽¹⁾ Tamanho da cova: 40 x 40 x 40 cm

As doses de fertilizantes aplicadas durante o perõido 0 a 1 ano, 1 a 2 anos e 2 a 3 anos correspondem, respectivamente a 1/3, 1/2 e 2/3 da dose total indicada depois do terceiro ano (Tabela 5) e respectivas quantidades (Tabela 8).

Tabela 8. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O, composição dos fertilizantes e respectivas doses, em kg ha⁻¹ e g planta⁻¹, para as diferentes idades das plantações.

NPK			Doses de fertilizantes										
Quantidade			Composição			Idade (anos)				Idade (anos)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	0 a 1	1 a 2	2 a 3	> 3	0 a 1	1 a 2	2 a 3	> 3
kg ha ⁻¹			%			kg ha ⁻¹				g/planta ⁽¹⁾			
60	90	60	16	24	16	130	190	250	380	120	170	230	350
60	90	30	18	27	09	110	170	230	340	100	150	210	310
60	90	00	22	33	00	90	135	180	270	80	120	160	245
60	60	60	18	18	18	110	170	230	340	100	150	210	310
60	60	30	22	22	11	90	140	180	270	80	130	160	250
60	60	00	27	27	00	80	120	150	230	70	110	140	210
60	30	60	20	10	20	100	150	200	300	90	140	180	270
60	30	30	26	13	13	80	120	150	230	70	110	140	210
60	30	00	34	17	00	60	100	130	190	50	90	120	180
60	00	60	25	00	25	80	120	160	240	70	110	150	220
60	00	30	32	00	16	60	100	130	190	50	90	120	170
60	00	00	45	00	00	50	70	90	140	50	60	80	130

⁽¹⁾ As quantidades recomendadas por planta devem ser fracionadas em três aplicações para os dois primeiros anos e em duas aplicações para os anos subsequentes

As quantidades por planta deverão ser fracionadas em três aplicações durante os dois primeiros anos a partir de 60 dias após o plantio. Do terceiro ano em diante em duas aplicações. Devem ser aplicadas em cobertura, em círculo para áreas planas e em meio círculo para áreas acidentadas. Recomenda-se um raio de 20 a 50 cm para o 2º ao 10º mês; de 60 a 100 cm para o 10º ao 20º mês e 110 a 140 cm do 24º ao 36º mês. A partir do 36º mês a aplicação deverá ser em faixas laterais às plantas medindo 150 cm de largura (Figuras 12 a 17).



Figura 12. Adubação após plantio no círculo (solo de relevo plano).

Corretivos e fertilizantes para o cacauieiro



Figura 13. Adubação após plantio no semi círculo superior em solo de relevo acidentado



Figura 14. Adubação de clone 12 meses após plantio, no círculo (solo de relevo plano)



Figura 15. Adubação após 12 meses de plantio no semi círculo superior em solo de relevo acidentado.



Figura 16. Adubação após 36 meses de plantio no círculo em solo de relevo plano.



Figura 17. Adubação após 35 meses de plantio no semi círculo superior em solo de relevo acidentado.

9.4. Adubação na fase de produção

As quantidades de fertilizantes recomendadas por planta (Tabela 8) devem ser fracionadas em duas aplicações. A primeira no período de fevereiro a abril e a segunda de setembro a novembro. A aplicação deve ser feita a lanço e em cobertura em faixas laterais às plantas medindo 150 cm de largura. Em áreas de relevo acidentado aplicar os fertilizantes na faixa superior acima da planta. Após três anos consecutivos de aplicação ininterrupta de fertilizantes numa plantação, coletar-se-á nova amostra de solo para fins de fertilidade com vista a uma possível modificação nas formulações e tendo em vista também o efeito residual dos fertilizantes aplicados nesse período.

A utilização de novas variedades de cacaueteiros resistentes a doenças possibilita produtividades médias acima de $80 \text{ @ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o que permite aumentar a dose de fertilizante para dar sustentabilidade ao aumento da produção. Assim, as quantidades de fertilizantes serão readequadas em função da produtividade dos cacaueteiros, aumentando-se as doses em relação à faixa de produtividade da quadra no ano agrícola anterior a adubação (Tabela 9).

Tabela 09 - Composições, doses de nutrientes e das misturas de fertilizantes a serem utilizadas em função das faixas de produção de cacau⁽¹⁾

Composição	Produtividade @/ha											
	Até 80		81 a 120		120 a 160		>160					
	Nutriente	Mistura	Nutriente	Mistura	Nutriente	Mistura	Nutriente	Mistura	Nutriente	Mistura	Nutriente	Mistura
-----%-----kg ha ⁻¹											
16-24-16	60-90-60	380	80-120-80	510	100-150-100	630	120-180-120	760				
18-27-09	60-90-30	340	80-120-40	450	100-150-50	560	120-180-60	680				
19-38-00	60-90-00	320	80-120-00	430	100-150-00	530	120-180-00	640				
18-18-18	60-60-60	340	80-80-80	450	100-100-100	560	120-120-120	680				
22-22-11	60-60-30	270	80-80-40	360	100-100-50	450	120-120-60	540				
27-27-00	60-60-00	230	80-80-00	310	100-100-00	380	120-120-00	460				
20-10-20	60-30-60	300	80-40-80	400	100-50-100	500	120-60-120	600				
26-13-13	60-30-30	230	80-40-40	310	100-50-50	380	120-60-60	460				
34-17-00	60-30-00	190	80-40-00	250	100-50-00	320	120-60-00	380				
25-00-25	60-00-60	240	80-00-80	320	100-00-100	400	120-00-120	480				
32-00-16	60-00-30	190	80-00-40	250	100-00-50	320	120-00-60	380				
45-00-00	60-00-00	140	80-00-00	190	100-00-00	230	120-00-00	280				

(1) As quantidades recomendadas em quilogramas por hectare devem ser fracionadas em duas aplicações ao ano.

9.5. Adubação orgânica do cacau

A adubação orgânica consiste na aplicação de resíduos de origem animal, vegetal, ou industrial ao solo, preferencialmente quando o teor de matéria orgânica seja inferior a 30 g kg⁻¹. A adição de adubo orgânico ao solo melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas, favorecendo a disponibilidade de nutrientes e o aumento da produtividade.

Chepote (2003) verificou aumento na produção de amêndoas de cacau quando aplicou e 8 kg planta⁻¹ de composto de casca do fruto do cacau e/ou esterco de curral. Aumentos de produção também foram obtidos reduzindo-se em 50% a adubação orgânica (composto e/ou esterco de curral) + 50% de adubo mineral recomendada com base na análise de solo. Desta maneira, recomenda-se o uso de adubos orgânicos, composto da casca do fruto do cacau e/ou esterco de curral, de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10. Quantidades de adubos orgânicos a base de composto de casca do fruto de cacau (CCFC) ou esterco de curral (EC) na ausência e presença de 50% do adubo mineral

Idade	Quantidades de adubos orgânicos	
	Sem adubo mineral	Com 50% adubo mineral ¹
	CCFC ou EC	CCFC ou EC
 kg planta ⁻¹	
Plantio	2	1
1 ano	4	2
2 ano	6	3
3 ano	8	4

¹ 50 % da quantidade de adubo mineral de acordo com recomendação da análise do solo.
 Fonte: Chepote, (2003).

9.6. Adubação com micronutrientes

Com expansão da cacauicultura em áreas não tradicionais, uso de novas tecnologias, onde se incluem clones, raleamento de sombra, irrigação, adensamento de stands e outros, torna-se importante o uso de adubação contendo

micronutrientes. Neste contexto, a interpretação da análise de solo, especialmente quando usada conjuntamente com a análise foliar, permite recomendar doses de micronutrientes capazes de proporcionar maior retorno econômico ao produtor, principalmente em solos de baixa fertilidade.

Observações de campo e análises de solos indicam que o zinco é o elemento que mais frequentemente manifesta deficiência em Latossolos distróficos e Argissolos distróficos na Região Cacaueira do Sul da Bahia. Quando os teores desse elemento no solo se encontram abaixo de $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ deve-se aplicar $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de Zn, na forma de óxido ou sulfato de zinco em pó. No plantio, recomenda-se aplicar 15 a 25 g de FTE, por cova.

Para interpretar a disponibilidade de micronutrientes em solos, existe pouca informação de trabalhos de calibração para o cacauero no Estado da Bahia. Como suporte a adubação com micronutrientes, a Tabela 11 apresenta classes de fertilidade para Zn, Mn, Fe e Cu, extraídos com Mehlich 1, e para B, extraído com água quente.

Tabela 11. Classes de interpretação da disponibilidade para micronutrientes

Micronutrientes	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Alto
Zinco disponível (Zn)	0,4	0,5- 0,9	1,0 – 1,5	1,5 – 2,2	2,2
Manganês disponível (Mn)	4	3 – 5	6 – 8	9 – 12	12
Ferro disponível (Fe)	8	9 – 18	19 – 30	31 – 45	45
Cobre disponível (Cu)	0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,2	1,3 – 1,8	1,8
Boro disponível (B)	0,15	0,16 – 0,35	0,36 – 0,60	0,61 – 0,90	0,9

Fonte: Adaptado da Recomendação do uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais, V Aproximação CFSEMG, Viçosa, 1999. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo- Boletim Técnico, 100 Campinas, 1996. Cerrado – Correção do Solo e Adubação – 2 ed. – EMBRAPA CERRADOS- Brasília, 2004.

9.7. Adubação foliar

As folhas das plantas possuem, também, habilidade para absorver nutrientes num processo semelhante ao da absorção radicular, este é o principal argumento para utilização da adubação foliar. Para Taiz e Zeiger (2004), em certos casos, a adubação foliar pode até ser mais vantajosa do ponto de vista agrônomo quando

Corretivos e fertilizantes para o cacauero

comparado à fertilização via solo, pois, pode reduzir o tempo de retardo entre a aplicação e a absorção pela planta, o que pode ser especialmente importante numa fase de rápido crescimento. Os fertilizantes foliares podem ser aplicados conjuntamente com defensivos agrícolas (inseticidas e fungicidas), desde que sejam compatíveis.

Diversas formulações comerciais de adubos foliares com macro e micronutrientes são encontradas no mercado na forma de sais puros e/ou quelatizados. A adubação foliar para plantações com produção estabilizada deve ser realizada duas vezes ao ano, fracionando-se 50% da dose no período de fevereiro-março e o restante em setembro-outubro. A adubação foliar deve ser efetuada em dias de sol, até as 10:00 h da manhã, dirigindo o jato da solução para a parte inferior das folhas.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estas recomendações têm por objetivo subsidiar técnicos e produtores na aplicação de corretivos e fertilizantes nas lavouras cacaueras do Sul da Bahia. Atualmente, o Cepec, através da Seção de Solos e Nutrição de Plantas (Senup), vem realizando pesquisas sobre efeitos de níveis de nutrientes (N, P, K e micronutrientes) no crescimento e produção de clones de cacau, avaliação de diferentes critérios de utilização de corretivos e influência de corretivos versus gesso agrícola no crescimento e produção de clones de cacau.

Adicionalmente, realiza pesquisas visando determinar os efeitos de doses de silício na correção do solo e no controle a vassoura-de-bruxa, assim como de cinzas da indústria de celulose como fonte alternativa de corretivos na correção do solo. Estudos de nutrição mineral com uso do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) estão sendo realizados pelas equipes da Senup e da Sefis. O sistema (DRIS) objetiva otimizar o emprego de doses de fertilizantes para o cacauero, utilizando como parâmetro o estado nutricional da folha.

11. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gidelfran Alves Dimpino pelo apoio logístico, ao fotografo Luis Alberto Alves de Souza pela tomada de fotos e aos extensionistas da Ceplac pelas sugestões

12. LITERATURA CITADA

- ABREU JR, C. H. et al. 1996. Foliar nutrient concentrations and rations in height yield cocoa genotypes and relations yield and intensity of witches' broom disease. In: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 12º, Salvador, Bahia. Atas. Lagos, Nigéria. Cocoa Producer's Alliance. pp. 773-780.
- ALVIM, P. de T. 1961. Clave para los sintomas de deficiências em cacau. In: Hardy, F., ed. Manual de Cacau. Turrialba, Costa Rica, IICA. pp. 76-78
- ALVAREZ, V. H. et al. 1999. Uso de gesso agrícola. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5a Aproximação. 359p
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2006. Instrução Normativa 35 de 4 de Julho.
- CABALA-ROSAND, F. P.; SANTANA, M. B. M. 1985. Novos critérios para recomendação de fertilizantes e corretivos no Estado da Bahia, Brasil. In: Conferencia Internacional de Pesquisas em Cacau, 9º, Lomé, Togo, 1984. Proceedings. Lagos, Nigéria, Cocoa Producers' Alliance. pp. 117 - 123.
- CABALA-ROSAND, F. P.; PRADO, E. P.; MIRANDA, E. R. 1969. Deficiências minerais e efeitos da adubação na região cacauzeira da Bahia. In: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 29º Memórias. Salvador, 1967. Ilhéus, BA, CEPLAC. pp. 436-442.
- CABALA-ROSAND F. P.; SANTANA M. B. M. 1975. Exigências nutricionais e fertilização do cacauzeiro. Itabuna, BA. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 30. 59p.
- CHEPOTE, R. E. 2003. Efeito do composto da casca do fruto do cacau no crescimento e produção do cacauzeiro. *Agrotropica (Brasil)* 15(1): 1-8.

Corretivos e fertilizantes para o cacau

- CHEPOTE, R. E. et al. 2005. Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacau no sul da BA, 2ª aproximação. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 36p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. 1999. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação, Viçosa, MG. 359p.
- INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. 1998. Manual internacional de fertilidade do solo, 2 ed. Piracicaba, POTAFOS. 177p.
- LOPES, A. S. 1983. Solos sob “cerrados, características, propriedades e manejo”. Piracicaba, Instituto da Potassa. 162p.
- MALAVOLTA, E. 1997. Nutrição mineral do cacau e café. Brasília, ABEAS. 127p.
- MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L.; CABRAL, C. P. 1984. Nota sobre as exigências minerais do cacau. Piracicaba, USP/ESALQ 41: 242-255.
- MARSCCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition, Academic Press London. 889p.
- MARROCOS, P. C. L., et al. 2010. Deficiência de macronutrientes em mudas de cacau (*Theobroma cacao*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 21º, Natal-RN: Frutas: saúde, inovação e responsabilidade. Natal, RN: SBF. {CD ROM.}
- RITCHEY K. D. et al. 1980. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. *Agronomy Journal* 72(1):40-44.
- SANTANA, M. B. M.; EZETA, F. N.; MORAIS, F. I. de O. 1980. Efeito de formas de nitrogênio no crescimento e na composição química de plântulas de cacau. *Revista Theobroma (Brasil)* 10(1):31-39.
- SANTANA, C. J. L. et al. 1978. Normas para utilização de fertilizantes e corretivos na região cafeeira da Bahia. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC. 94p.
- SODRÉ, G. A. et al. 2001. Uso do desvio padrão para estimativa do tamanho de amostra de plantas de cacau (*Theobroma cacao* L.) em estudos de nutrição. *Agrotrópica (Brasil)* 13 (3):145-150.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre, Artmed.
- VAN RAIJ, B. et al. 1996. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo- Boletim Técnico, nº100.



13. ANEXOS



Anexo 1: Composição de fontes de fertilizantes comercializados e de uso mais frequente no Brasil

Fontes	N Total	N NO ₃	N NH ₄	N Amídico	K ₂ O	CaO	MgO	S
a) Nitrogenadas								
Uréia	44	44	-	44	-	-	-	-
Sulfato de amônio	20		20	-	-	-	-	22-24
Nitrato de amônio	32	16	16	-	-	-	-	-
Nitrato de potássio	13	13	-	-	14,0	-	-	-
Nitrocálcio concentrado	27	102	-	-	-	9-10	7-8	-
Nitrato de cálcio	14	14	1,5	-	-	18-19	0,5-1,5	-
Nitrato de cálcio	13	130	-	-	-	26	-	-

Fontes	Total	Solúvel Água	Solúvel Citrato Amônio + H ₂ O	Solúvel Ácido Cítrico	CaO	N NH ₄ ⁺	S
b) Fosfatadas							
Fosfato monoamônico (MAP)	48	44	48	-	-	9	-
Fosfato diamônio (DAP)	45	38	45	-	-	16	-
Fosfato bicálcico	38	-	-	-	-	-	-
Superfosfato simples	18	16	18	-	18-20	-	10-12
Superfosfato duplo	28	25	28	-	-	-	-
Superfosfato triplo	41	37	41	-	12-14	-	-

Corretivos e fertiliza-tes para o cacauero

b. 1) Fosfatos insolúveis em água							
Fosfato Araxá	28-30	-	2-3	5-6	42-45	-	
Hiperfosfato em pó	30	-	6-7	12-14	40-42	-	
Termofosfato Yoorin Mg ou BZ ²	18	-	12	15-16	30-34	-	
Fosfato Natural	24	-	-	4	23-27	-	

Fontes	Total	Solúvel Água	Cl	S	N NO ₃	MgO Solúvel H ₂ O	KgO
c) Potássicas							
K ₂ O							
Cloreto de potássio	58	58					
Sulfato de potássio	48	48					
Sulfato de potássio e magnésio	18	18					
	41	44					

Fonte: Instituto da Potassa e Fosfato (1998).

1. 2% e na relação 1:100
2. O termofosfato Yoorin BZ, contém 0,16% de Zn e 0,06% de B.

Chepote et al.

Anexo 2. Composição de vários materiais orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial (sem secar)

Materiais orgânicos	C/N	Umidade	C	N	P	K	Ca
----- g/kg -----							
Esterco bovino fresco	20	620	100	5	2,6	6	2
Esterco bovino curtido	21	340	320	15	12	21	20
Esterco de galinha	10	550	140	14	8	7	23
Esterco de porco	9	780	60	7	2	5	12
Composto de lixo	27	410	160	6	2	3	11
Composto de casca do fruto de cacau + esterco de gado ¹	9	n.d ²	90	10	5	4	4
Lodo de esgoto	11	500	170	16	8	2	16
Vinhaça in natura	17	950	10	0,6	0,1	3	1
Torta de filtro	27	770	80	3	2	0,6	5
Torta de mamona	10	90	450	45	7	11	18
Mucuna	20	870	60	3	0,6	3	2
Materiais orgânicos (cont.)	Mg	S	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb
----- g/kg -----							
Esterco bovino fresco	1	1	33	6	0	2	2
Esterco bovino curtido	6	2	217	25	0	2	1
Esterco de galinha	5	2	138	14	2	2	17
Esterco de porco	3	–	242	264	0	2	3
Composto de lixo	1	2	255	107	2	25	111
Composto de casca do fruto de cacau + esterco de gado ¹	3	–	62	215	–	–	–
Lodo de esgoto	6	2	900	435	11	362	360
Vinhaça in natura	0,4	0,5	3	5	–	–	–
Torta de filtro	0,8	3	20	13	–	–	–
Torta de mamona	5	–	128	73	–	–	–
Mucuna	0,4	–	6	3	–	–	–
<i>Crotalaria juncea</i>	0,4	–	2	1	–	–	–
Milho	0,2	0,2	3	1	–	–	–
Aguapé	0,2	0,2	3	2	0	1	2

Fonte: RAIJ et al. (1996)

1. Chepote. (2003)

2. n.d. = não determinado.

Corretivos e fertiliza-tes para o cacaeiro

Anexo 3. Principais fontes de micronutrientes utilizados no Brasil e garantias mínimas exigidas pelo Ministério da agricultura

Micronutriente	Fonte	Garantia mínima		Solubilidade em água
		%	g/kg	
Boro	Bórax	11	110	Solúvel
	Ácido bórico	17	170	Solúvel
	FTE (Silicato)	1	10	Não solúvel
Cobre	Sulfato	13	130	Solúvel 16-18% enxofre
	Cloreto cúprico (CuCl ₂)	16	150	Solúvel 50-52% de (Cl)
	Quelato de cobre	5	50	Solúvel
	FTE (Silicato)	1	10	Não solúvel
Ferro	Sulfato ferroso	19	190	Solúvel
	Sulfato férrico	23	230	Solúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Manganês	Sulfato manganoso	26	260	Solúvel
	Óxido manganoso	41	410	Insolúvel
	Quelato de ferro	5	30\	Solúvel
	FTE	2	20	Não solúvel
Molibdênio	Molibdato de sódio	39	390	Solúvel
	Molibdato de amônio	54	540	Solúvel, 5 a 7% N total
Zinco	Sulfato de zinco	20	200	Solúvel
	Óxido	50	500	Não solúvel
	Quelato	7	70	Solúvel
	FTE	3	30	Não solúvel

Fonte: Raij et al. (1996)