

# Manejo do Solo, Adubação e Calagem

Antes  
e após a  
implantação  
da lavoura  
cafeeira



CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

N P K Ca Mg S  
Fe Zn Cu B Mn Mo Cl



Apoio:

CONSÓRCIO BRASILEIRO  
DE PESQUISA E  
DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ



CIRCULAR N° 120

ISSN 0100-3356

MARÇO/2002

# MANEJO DO SOLO

## Adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira

*Júlio César Dias Chaves<sup>1</sup>*

Impresso com recursos do

**CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ**



INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - LONDRINA - PR

<sup>1</sup> Eng° Agr°, M. Sc. , Bolsista do CBP&D-Café, Pesquisador IAPAR,  
Área de Solos, Caixa Postal 481, Londrina-PR. - CEP 86001-970.



**INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ**



**VINCULADO À SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO**

Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 - Fone: (43) 376-2000 - Fax: (43) 376-2101

Cx. Postal 481 - 86001-970 - LONDRINA-PARANÁ-BRASIL

Visite o site do IAPAR: <http://www.pr.gov.br/iapar>

## **DIRETORIA EXECUTIVA**

Diretor-Presidente: Florindo Dalberto

## **PRODUÇÃO**

Coordenação Gráfica: Márcio Rosa de Oliveira

Arte-final: Sílvio César Boralli / Capa: Tadeu K. Sakiyama

Impresso na Área de Reproduções Gráficas

Todos os direitos reservados ao

Instituto Agrônômico do Paraná.

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra  
sem a autorização prévia do IAPAR.

C512m Chaves, Júlio César Dias

Manejo do Solo: Adubação e calagem, antes e após a  
implantação da lavoura cafeeira / Júlio César Dias Chaves.  
-Londrina : IAPAR, 2002.

36 p. : Il. (IAPAR. Circular, 120)

ISSN: 0100-3356

1. Solo - Manejo. 2. Solo - Adubação. 3. Solo - Calagem.  
4. Lavoura cafeeira. I. Chaves, Júlio César Dias. II. Instituto  
Agrônômico do Paraná, Londrina, Pr. III. Título. IV. Série.

CDU 633.73

# SUMÁRIO

*Pág.*

RESUMO.....	5
INTRODUÇÃO.....	5
CONHEÇA O SOLO.....	6
AMOSTRAGEM DO SOLO. . . . .	7
PREPARO DO SOLO.....	9
CALAGEM.....	10
CALAGEM EM ÁREA TOTAL.....	10
CALAGEM NA COVA/SULCO.....	12
ADUBAR (?)......	13
ADUBAÇÃO DE PLANTIO.....	15
ADUBAÇÃO VERDE.....	21
ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO.....	23
ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO.....	27
UMA EXPLICAÇÃO NECESSÁRIA.....	28
CALAGEM PARA O CAFEIEIRO EM PRODUÇÃO.....	32
COMENTÁRIO FINAL.....	34
LITERATURA CONSULTADA.....	35

## RESUMO

Neste trabalho procurou-se discutir as principais ações referentes ao manejo do solo antes e após o plantio do cafeeiro. Grande parte das informações contidas neste trabalho é fruto dos resultados de pesquisas alcançados ao longo dos anos pelos pesquisadores do programa Café do IAPAR. O conhecimento inicial do solo, antes do plantio do cafeeiro, proporcionado pela análise de solo é fundamental para a realização da calagem em profundidade, garantindo a neutralização da acidez na subsuperfície do solo e evitando os problemas inerentes à calagem superficial ou somente na cova; é importante também para uma equilibrada adubação de plantio na cova/sulco. O preparo adequado do solo e principalmente a subsolagem evitam a má formação do sistema radicular. Estas práticas, juntamente com a adubação de cova, garantem o êxito inicial da cultura, evidentemente se fatores climáticos incontornáveis (seca, geada, granizo, etc.) não forem limitantes. As sugestões para fertilização de, primeiro e segundo ano e também para a produção foram baseadas em modelo hipotético de crescimento das plantas dentro dos diversos tipos de adensamentos e deverão ser aprimoradas com o passar dos anos. A calagem para plantas adultas deve seguir orientação para utilização de doses menores todos os anos e aplicação na região de domínio do sistema radicular. Por fim, as recomendações de adubação verde têm a finalidade de proteger o solo e melhorar sua fertilidade, podendo a médio prazo contribuir para a redução de fertilizantes minerais e diminuir o custo de produção e a poluição ambiental.

## INTRODUÇÃO

As práticas realizadas no solo antes da implantação de qualquer cultura tem um significado muito especial na agricultura. Podem significar o sucesso ou insucesso da atividade que se pretende iniciar.

O solo tem sido citado como o fator de produção mais importante entre todos os demais existentes para a exploração agrícola. Afinal, é impossível fazer agricultura sem o solo. Este recurso representa o patrimônio maior no contexto não apenas da agropecuária, mas também de outras atividades desenvolvidas pelo homem, sob o ponto de vista de sustentáculo de todas as obras erigidas para o bem estar da humanidade. Enquanto solo agrícola, deve ser manejado de forma a preservar todas as suas características físicas, químicas e biológicas,

com o objetivo de garantir sua exploração econômica por muitas gerações. Este fato no entanto, lamentavelmente, não tem sido a regra para todos os agricultores. A cafeicultura particularmente, tem sofrido as conseqüências de uma exploração absurda, onde o lucro, sem a devida reposição do desgaste, com raríssimas exceções, tem sido a regra. Esta tática deu certo enquanto o solo teve reservas para sustentar produções satisfatórias. Atualmente, empobrecido, vem respondendo com baixíssimas produtividades, exigindo quase sempre cuidados redobrados para manutenção das mesmas em níveis estáveis, porém inferiores ao período inicial de uso do solo. Isto significa que o produtor está necessitando gastar mais para colher a mesma coisa, o que implica em dizer que o lucro está diminuindo com o tempo. Isto fragiliza a agricultura que passa a necessitar de preços sempre mais elevados, para que o agricultor consiga algum lucro.

Está aí, portanto, uma sugestão concreta para fazer parte da futura política agrícola do Brasil.

Estamos propondo neste documento algumas práticas fundamentais como forma de restauração e/ou manutenção da fertilidade dos solos agrícolas, afim de propiciar níveis satisfatórios de produtividade sem necessidade de ampliar os gastos com fertilizantes.

## **CONHEÇA O SOLO**

Toda e qualquer prática que se aplica ao solo, deve ser baseada em um conhecimento prévio desse recurso natural, devendo ser entendido como um fator de produção fundamental e exaurível da agricultura e como tal, deve ser manejado de forma a preservar e/ou melhorar suas características e potencialidades.

O uso e manejo adequados, significam a preservação de sua capacidade produtiva. Para se conhecer o solo, com maior riqueza de detalhes, deve-se submetê-lo a algumas análises laboratoriais que são: físicas, químicas e biológicas. A mais comum, é a análise química que revela a condição de fertilidade momentânea do solo. As demais, também são importantes e revelam se as raízes encontrarão ambiente favorável ou não, para seu perfeito desenvolvimento.

Em condições favoráveis de solo, fica-se na dependência apenas do fator clima. Sem dúvida, os riscos ficam muito diminuídos. Devemos lembrar sempre que o solo não nos pertence, apenas o tomamos emprestado das futuras gerações.

## AMOSTRAGEM DO SOLO

A adequada amostragem do solo para fins de análise química, é a forma mais barata e rápida para se diagnosticar a situação momentânea do solo, quanto à sua capacidade de fornecimento de nutrientes às plantas. Outras análises, como a física, para conhecimento da granulometria, densidade e capacidade de infiltração de água e a biológica que avalia as espécies de microrganismos e suas distribuições, complementam as informações. O conjunto destes dados, definem a fertilidade do solo e o seu conhecimento e aplicação, caracterizam o uso da capacidade potencial do solo.

No presente trabalho, discutiremos as medidas necessárias para tornar a análise química uma ferramenta importante para a tomada de decisão dos produtores. Alguns critérios de amostragem do solo (PAVAN & CHAVES, 1996) são aqui apresentados e discutidos com a finalidade de racionalizar esta prática e torná-la mais eficiente:

a) **INSTRUMENTOS UTILIZADOS:** São utilizados os trados nas suas mais variadas formas, pois estes instrumentos agridem menos o terreno quando comparado com enxadões. O trado de rosca é o preferencial pela simplicidade e facilidade no manuseio. É composto de um cabo de aproximadamente 1,0 m de comprimento com forma de "T" tendo uma rosca soldada na extremidade (rosca sem fim) por onde o solo é extraído em pequenas porções como é desejável. O trado é feito em ferro e muito eficiente para se coletar amostras de solo até 1,0 m de profundidade. É barato e fácil de fazer.

b) **IDENTIFICAÇÃO DAS GLEBAS:** As glebas devem ser separadas em áreas homogêneas. Se for área com lavoura já existente, quanto à variedade de cafeeiro, idade das plantas, manejo do solo, topografia, vegetação, características físicas (textura), cor, profundidade do solo, drenagem, etc. . Se for área sem lavoura, todos os itens que não envolvam variedade e idade das plantas. As áreas homogêneas assim determinadas, deverão ser delimitadas em um mapa (planta baixa) da propriedade e identificadas numericamente. O tamanho da gleba homogênea não deve ser muito grande em geral de 3 a 5 hectares.

c) **LOCAL DE AMOSTRAGEM:** A amostragem de solo não deve ser realizada em pontos onde foi amontoado calcário, matéria orgânica, fertilizantes e também nos pontos por onde correm enxurradas, onde o solo esteja raspado, ou em locais onde circulam máquinas. O solo

destes pontos certamente alterarão o resultado final da análise, que não refletirá a situação real da área.

Em glebas sem lavoura, a amostragem deve ser realizada percorrendo o terreno em zigue zague. A amostragem em áreas com lavoura implantada no sistema tradicional, pode ser realizada em dois locais separados, sendo uma sob a "saia" e outra no centro da entrelinha. O principal objetivo de coletar amostras nestes dois pontos é o de identificar a necessidade de correção da acidez em toda a área ou apenas na região de adubação (Pavan & Chaves, 1996), especialmente se se deseja utilizar a entrelinha para plantio de culturas intercalares. Para a coleta de amostras simples, esta área deve ser percorrida de forma idêntica a área sem lavoura. As amostras retiradas na entrelinha e projeção da copa não devem ser misturadas. A amostragem em áreas com plantio adensado deve ser realizada somente na projeção na copa (região de adubação) percorrendo a área na forma de "U".

d) NÚMERO DE PONTOS: Em área homogênea, tomam-se amostras em 10 a 12 pontos bem distribuídos, limpando-se em cada local a superfície do terreno, retirando-se as folhagens, resíduos orgânicos, etc, sem contudo raspar a terra. As amostras simples deverão ser reunidas em um balde limpo e bem misturadas, formando uma amostra composta.

Retirar aproximadamente 500 g de terra, transferir para saco plástico sem uso, identificar pelo número correspondente da área (talhão) e especificar informações complementares (profundidade, "saia", entrelinha, etc). Deve-se separar as amostras coletadas das partes altas, médias e baixas do terreno,

e) PROFUNDIDADE: As amostras de solo em área destinada ao plantio de cafeeiros devem ser feitas nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20, e 20 a 40 cm. As amostras das três profundidades devem ser colocadas em recipientes (baldes) diferentes. Portanto a cada 10 a 12 pontos, teremos uma amostra composta (mistura dos pontos) de cada profundidade. O mesmo ponto utilizado para a amostragem mais superficial será usado para as amostragens mais profundas.

f) FREQUÊNCIA: A análise de solo é ferramenta importante para se conhecer a condição de fertilidade do solo. É prática obrigatória realizá-la antes da implantação da lavoura. Nova amostragem deve ser feita após o terceiro ano de plantio e a partir daí, repetir a cada 2 anos, acompanhando o ciclo bienal de produção do cafeeiro.

g) ÉPOCA DE AMOSTRAGEM: Em área onde se planeja implantar a lavoura, a amostragem deve ser realizada pelo menos 120 dias antes da data prevista para plantio. Isto se explica pela necessi-



dade da aplicação antecipada dos fertilizantes e calcário dando tempo suficiente para as reações do calcário, decomposição da matéria orgânica, etc. tão benéficas ao crescimento inicial das mudas. Em lavoura adulta, a amostragem deve ser realizada após a colheita do café e/ou esparramação.

## PREPARO DO SOLO

O preparo do solo consiste em práticas que visam dar melhores condições de desenvolvimento ao sistema radicular das plantas, tornando-o menos denso, possibilitando melhor infiltração e armazenamento de água, diminuindo a erosão, etc. para que o homem possa intervir de maneira mais eficiente e colher bons frutos. As práticas indicadas para a implantação de lavoura cafeeira são as seguintes:

a) **ARAÇÃO:** A aração deve ser realizada na maior profundidade possível, obedecendo sempre o sentido do nível do terreno. Não deve ser feita com o solo muito úmido nem muito seco. Há um ponto de umidade em que o solo não adere ao implemento e nem faz nuvem de poeira. É o ponto em que o solo se desmancha com alguma facilidade à pressão dos dedos.

b) **GRADAGEM:** A gradagem deve ser realizada também com o solo ligeiramente úmido, para evitar a pulverização da camada superficial que, se ocorrer dificulta a infiltração da água. A gradagem deve ser feita de forma a deixar a superfície do terreno bem uniforme para facilitar a operação seguinte.

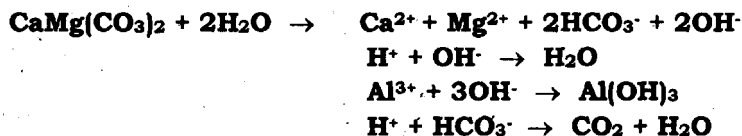
c) **SULCAMENTO/COVEAMENTO:** O sulcamento visa facilitar ou mesmo evitar a operação de coveamento. É sempre feito respeitando o sentido do nível do terreno. Deve ser iniciado sempre paralelamente, e pelo lado de cima do terraço de base estreita. A distância entre um sulco e outro deve coincidir com o espaçamento entre linhas, desejado pelo produtor. Já o coveamento é uma operação mais custosa e de menor rendimento. As covas devem ser abertas no sentido do nível do terreno e as distâncias entre as mesmas deve ser o espaçamento definido para a futura lavoura. A cova deve ser maior nas menores densidades de plantio. Para o sistema adensado de apenas uma muda por cova, sugere-se as dimensões de 25 x 20 x 30 cm ( comprimento, largura e profundidade).

d) **SUBSOLAGEM:** A subsolagem é uma prática importante para quebrar as estruturas compactadas do solo e facilitar o crescimento radicular em profundidade. Pode ser feita em área total ou apenas

dentro do sulco de plantio. Esta prática para surtir bons efeitos deve ser realizada com baixo teor de água no solo. Algumas plantações têm sido frustradas pela falta da subsolagem.

## CALAGEM

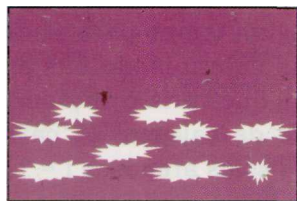
Calagem é a prática que visa diminuir a acidez do solo, aumentar cálcio e magnésio e neutralizar o alumínio que se apresenta em quantidade e forma que prejudicam o crescimento radicular e a nutrição das plantas. Após a aplicação do calcário no solo, ocorrem as reações:



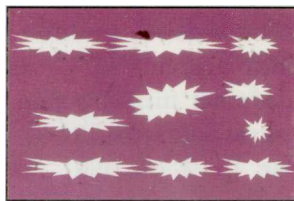
A calagem não deve ser feita sem a análise prévia do solo, pois pode conduzir a desequilíbrios entre os cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ), bem como reduzir a solubilidade de outros nutrientes, especialmente micronutrientes com sérios danos à produção agrícola.

## CALAGEM EM ÁREA TOTAL

Na implantação da lavoura cafeeira, a calagem deve ser realizada em área total, aplicando-se 50 % antes da aração e os outros 50 % após a aração e antes da gradagem. Este procedimento tem a finalidade de uniformizar a distribuição do calcário (pontos brancos na figura) na camada arada do terreno para um crescimento mais abundante e melhor distribuído das raízes das plantas cultivadas (Figura 1).



Calcário total + aração



½ Calcário + aração

½ Calcário + gradeação

Figura 1. Distribuição do calcário no perfil do solo conforme o tipo de incorporação.

Além da calagem em área total, o produtor pode também realizar uma calagem na cova de plantio. Tem sido indicado dois critérios para quantificação do calcário.

a) **CRITÉRIO TÉCNICO:** Por este critério, o calcário aplicado deve elevar a saturação de bases a  $V = 70\%$ , ou seja, a necessidade de calcário fica sendo:

$$N.C. = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T}{100} \cdot \frac{100}{PRNT}$$

onde: N.C. = Necessidade de Calcário

$V_2$  = Saturação desejada

$V_1$  = Saturação original do solo

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

PRNT(%) - Poder Relativo de Neutralização Total

Até que novas pesquisas provem o contrário, esta é a forma mais adequada para o cálculo da necessidade de calcário em lavoura cafeeira. O inconveniente é que, em solos argilosos, com teores relativamente elevados de matéria orgânica, a quantidade de calcário necessária é alta e nem sempre cabe no bolso do cafeicultor. Daí a necessidade de se utilizar outro método que possa ser razoável do ponto de vista agrônomo e ser absorvido pelo produtor. Afinal, numa situação de necessidade, pior do que aplicar pouco calcário é não aplicá-lo.

b) **CRITÉRIO ECONÔMICO:** Por este método, o calcário aplicado deve neutralizar o alumínio trocável. Embora provoque uma melhoria generalizada, não altera de forma muito significativa as principais características químicas do solo. No entanto, por indicar menores quan-

tidades de corretivo, permite ao produtor algum tempo para se capitalizar e voltar a aplicá-lo. O valor do alumínio determinado nas análises de solo deve ser multiplicado por um fator (f) que varia conforme o solo. Assim, para solos argilosos a necessidade de calagem é calculada, usando-se  $f = 2$ , ou seja,  $N.C. = Al \times f$ . Para solos arenosos  $f = 1,5$ .

## **CALAGEM NA COVA/SULCO**

O calcário na cova de plantio tem efeito localizado e contribui de forma mais significativa para o crescimento radicular em profundidade. É uma aplicação opcional e não deve ser entendida como substituta da calagem em área total. Sua utilização, baseia-se em critérios agronômicos bem consolidados e não deve ser feita sem prévia análise de solo.

Quantidades elevadas provocam alterações substanciais no pH do solo dentro da cova e como conseqüência, reações de insolubilização de vários elementos, principalmente ps micronutrientes, Exemplo:  $Zn^{2+} + 2(OH)^- \rightarrow Zn(OH)_2$ . Assim, a Tabela 1 auxilia na decisão da quantidade de calcário a ser aplicada. A coluna da esquerda, mostra a faixa de teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) revelada pela análise do solo. A coluna seguinte, indica a quantidade de calcário em grama por  $dm^3$  de solo na cova. A terceira coluna, mostra o aumento de Ca e Mg provocado pela adição do calcário e a última, caracteriza, a relação Ca: Mg contida no calcário magnesiano. É uma relação adequada e o calcário magnesiano ou o calcítico devem ser utilizados preferentemente nas áreas com bom suprimento de Mg.

**Tabela 1. Sugestão para aplicação de calcário na cova/sulco de plantio**

teor no solo		calcário <sup>1</sup> g/dm <sup>3</sup> solo	Aumento pelo calcário		relação Ca : Mg
Ca	Mg		Ca	Mg	
-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----		
solo argiloso					
↓					
Até 2	até 0,4	5,0	7,1	1,5	4,7
> 2 a 4	> 0,4 a 0,8	4,0	5,7	1,2	4,7
> 4 a 6	> 0,8 a 1,2	3,0	4,3	0,9	4,7
> 6 a 8	> 1,2 a 1,6	1,0	1,4	0,3	4,7
solo arenoso					
↓					
Até 1	até 0,2	2,2	3,2	0,7	4,7
> 1 a 2	> 0,2 a 0,4	1,9	2,7	0,6	4,7
> 2 a 3	> 0,4 a 0,6	1,2	1,7	0,4	4,7
> 3 a 4	> 0,6 a 0,8	0,5	0,7	0,15	4,7

**1 40 % de CaO e 6 % de MgO**

Fica claro que a determinação da massa do solo dentro da cova/sulco, é fundamental para o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicada. No item "Adubação Orgânica" será dado exemplo de como calcular o volume do solo.

## ADUBAR (?)

Esta é uma pergunta que os produtores têm feito, em virtude dos custos dos fertilizantes e dos resultados nem sempre animadores na produção.

Quanto aos custos, sabe-se que existem meios para reduzi-los, através da utilização mais racional dos fertilizantes (análise química do solo, histórico da área, da cultura, etc); pela combinação com outras formas de adubação (orgânica, verde) e pela maior eficiência de aproveitamento (adensamento, manejo de plantas, parcelamentos, localização, etc).

Em relação aos resultados obtidos com o uso de fertilizantes, tem ficado provado que somente se consegue potencializar as respostas, quando uma série de requisitos são preenchidos. Por exemplo: as demandas qualitativa (nitrogênio, potássio, etc.) e quantitativa (dose do fertilizante) devem ser bem dimensionadas. A utilização do fertilizante

necessita ser feita com critério, especialmente quanto ao momento de aplicação (época), quanto ao fracionamento (número de aplicações), quanto ao local de aplicação (onde aplicar) e quanto ao modo de aplicação (distribuição do fertilizante). Atendendo a todas estas questões: o que aplicar?, quanto aplicar?, época de aplicar?, onde aplicar?, como aplicar?, com certeza o produtor terá dado um passo fundamental para o sucesso da adubação.

No entanto, somente estes cuidados não são suficientes para garantir o êxito da fertilização. Há necessidade de outros, que interagem com a adubação, tais como: calagem, conservação do solo, subsoagem, manejo de ervas, controle de pragas e doenças, densidade de plantio, podas, etc. aumentando a capacidade de resposta das plantas.

Uma parte considerável dos produtores comete, não raro, o pecado de não executar as práticas indicadas pela pesquisa e extensão rural. Isto naturalmente é fruto da cultura destes produtores que acreditam, ainda, ser o solo uma fonte inesgotável de nutrientes para as plantas. Aqueles que aceitam parcialmente as mudanças tecnológicas, geralmente as utilizam à sua maneira, desprezando detalhes que acabam prejudicando o resultado final. A minoria dos produtores aceita as novas tecnologias e as aplicam integralmente, formando o grupo de agricultores bem sucedido que alcançam ótimos resultados na atividade agrícola.

A adubação tem sido citada como o fator de produção, que mais estimula a elevação da produtividade na agricultura brasileira, naturalmente, desde que os outros fatores tenham sido respeitados, como: variedade adequada, controle fitossanitário, tratos culturais, manejo do solo, etc.

A adubação nada mais é do que colocar à disposição das plantas (solução do solo), os nutrientes, em quantidades que supram a deficiência de fornecimento pelo solo, relativo à demanda da cultura, assim:

$$N.A. = N.P. - F.S.$$

onde: N.A. = Necessidade de Adubação  
N.P. = Necessidade da Planta  
F.S. = Fornecimento pelo solo

Quando : N.P. < F.S. Não necessita adubação  
N.P. > F.S. Necessita adubação  
N.P. = F.S. Ponto crítico.

Para entender melhor: (N.P. < F.S.) quando o solo é muito fértil e consegue suprir com sobras a demanda das plantas, o uso de fertilizantes não trará acréscimo à produtividade. (N.P. > F.S.) quando o fornecimento pelo solo não suprir toda a demanda da planta haverá necessidade de adubar para não ocorrer diminuição da produtividade. (N.P. = F.S.) No ponto crítico, a princípio, não há resposta a adubação, porém a não aplicação do fertilizante conduzirá o solo para a situação N.P. > F.S. , ou seja, o solo passará a ser deficiente e necessitará de adubação para manter os níveis de produtividade. A sugestão neste caso é repor a retirada de nutrientes pelos frutos.

## ADUBAÇÃO DE PLANTIO

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA:** A matéria orgânica na cova/sulco de plantio tem duas finalidades principais. A primeira, é a de servir como fonte de nutrientes de disponibilidade lenta às plantas. Devido a este fato, a maior parte dos nutrientes liberados durante sua decomposição, é assimilado pelas raízes das plantas, havendo pouca perda por lixiviação e por processos erosivos. A segunda, é a de constituir-se em condicionador do solo, sendo responsável por melhor agregação das suas partículas, facilitando a infiltração de água; aumentar a CTC, ou seja, aumento das cargas negativas do solo, contribuindo para maior retenção dos elementos nutrientes aplicados através dos fertilizantes; complexar o alumínio com redução das formas tóxicas no solo; aumentar a retenção de umidade, etc. que provocam melhorias generalizadas no solo, levando a uma condição muito mais favorável ao crescimento e produção das plantas cultivadas.

Apesar de todas estas virtudes, a adubação orgânica não deve ser realizada de forma exclusiva, mas sim, de forma a complementar a adubação mineral e contribuir para potencializar a eficiência desta última.

A Tabela 2 apresenta sugestão para a realização da adubação orgânica, que é baseada no volume de solo dentro da cova/sulco de plantio. Este volume (V) é facilmente determinado, bastando apenas que se multiplique o comprimento da cova (C) largura (L), o resultado multiplica-se pela altura (A), ou seja,  $V = C \times L \times A$ . Normalmente os valores das dimensões da cova é dado em metro (m). Portanto o resultado será em metro cúbico (m<sup>3</sup>). Para fins de facilitar o cálculo, será dado um exemplo prático para uma cova com 0,25 m de comprimento por 0,20 m de largura e 0,30 m de profundidade. O resultado

será igual a  $0,015 \text{ m}^3$ . Este valor corresponde a  $15 \text{ dm}^3$  de solo dentro da cova.

**Tabela 2. Sugestão para adubação orgânica na cova/sulco de plantio**

Fontes de matéria orgânica	relação na cova/sulco solo : M.O.	% de matéria orgânica
Esterco de curral	4 : 1	20
Composto orgânico	4 : 1	20
palha de café	6 : 1	14
Esterco de galinha	9 : 1	10

A cova do exemplo dado, utilizando-se uma fonte de M.O. que exija relação **solo: matéria orgânica** igual a 4:1 terá 12 litros de solo e 3 litros de M.O.

Se o plantio é feito no sulco, o cálculo do volume de solo é feito da seguinte forma: largura da abertura do sulco (L), multiplicado pela profundidade (P), dividido por 2 e multiplicado pelo comprimento de 1 m (C), ou seja,  $V = \frac{L \times P}{2} \times C$ .

Em geral é muito difícil misturar toda a terra do sulco com o calcário, fertilizantes e adubo orgânico, daí a necessidade de reduzir o volume pela metade. Por exemplo, se um sulco tem 0,4 m de largura de boca, 0,4 m de profundidade, o volume total de terra em um metro de sulco será igual a  $0,08 \text{ m}^3$ , ou seja,  $80 \text{ dm}^3$ . Como a mistura de terra e fertilizantes será realizada aproximadamente apenas na metade inferior do sulco, teremos um volume de incorporação igual a  $40 \text{ dm}^3$ . É com base neste volume de solo que será calculado as quantidades de fertilizantes, calcários e adubo orgânico a ser aplicado em 1,0 m linear de sulco.

**ADUBAÇÃO FOSFATADA:** O fósforo (P) é um dos nutrientes que mais contribui para a formação e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

A adubação dentro da cova/sulco é o momento ideal para se aplicar o nutriente em profundidade para atender à demanda das raízes subsuperficiais e potencializar seu aproveitamento. Este fato é particularmente verdadeiro para o fósforo que apresenta extrema dificuldade em se movimentar no solo (difusão) ao encontro das raízes absorventes.



Na Tabela 3, é apresentada sugestão para aplicação de fertilizantes fosfatados. A indicação é baseada em análise de solo que se encontra na primeira coluna da Tabela. Na coluna seguinte verifica-se que as quantidades de fertilizante fosfatado diminuem, à medida que os teores de fósforo no solo aumentam.

Neste exemplo foi utilizado como fonte de fósforo, o fertilizante denominado superfosfato simples, apenas por ser a mais conhecida dos produtores; poderia, naturalmente, ser outra qualquer. O importante é preservar a informação contida na terceira coluna, onde é mostrado a quantidade de  $P_2O_5 / dm^3$  de solo da cova/sulco. Finalmente, na última coluna, pode-se calcular o aumento teórico de fósforo no solo provocado pela adição do fertilizante fosfatado.

A princípio este aumento pode parecer exagerado, no entanto deve-se ter sempre em mente que boa parte do fósforo aplicado participa de reações no solo que o torna temporária ou definitivamente indisponível às plantas. Estas reações são mais intensas nos solos argilosos e menos nos arenosos. Como consequência, ao se aplicar quantidades semelhantes de fósforo em ambos os solos, deverá ocorrer maior disponibilidade nos solos arenosos, podendo desta forma a quantidade ser diminuída em relação aos solos argilosos (Tabela 4).

**Tabela 3. Sugestão para adubação fosfatada na cova/sulco de plantio (solo argiloso)**

Teor no solo P mg/dm <sup>3</sup>	super simples g/dm <sup>3</sup> solo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/dm <sup>3</sup> solo	Aumento de P Pelo adubo mg/dm <sup>3</sup>
Até 6	3,0	0,60	260
> 6 a 13	2,5	0,50	220
> 13 a 20	2,0	0,40	170
> 20	1,0	0,20	85

**Tabela 4. Sugestão para adubação fosfatada na cova/sulco de plantio (solo arenoso)**

Teor no solo P mg/dm <sup>3</sup>	super simples g/dm <sup>3</sup> solo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/dm <sup>3</sup> solo	aumento de P pelo adubo mg/dm <sup>3</sup>
Até 6	2,5	0,50	220
> 6 a 13	2,0	0,40	175
> 13 a 20	1,5	0,30	130
> 20	0,8	0,16	70

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA:** A aplicação de potássio (K) na cova/sulco de plantio é uma prática obrigatória, especialmente nos solos com carência deste elemento, embora a demanda pelas plantas jovens seja pequena.

É conhecido o efeito do potássio na formação do amido, cuja deficiência pode provocar menor crescimento das plantas, menor formação e desenvolvimento de ramos e folhas. O potássio é particularmente muito demandado pelas plantas adultas em produção, devido à grande extração pelos frutos.

Tem sido demonstrado que a utilização de potássio nas práticas de adubação confere maiores níveis de K no tecido foliar e maior tolerância do cafeeiro à geada (CHAVES & MANETTI FILHO, 1990).

Na Tabela 5, é apresentada sugestão para a adubação potássica na cova/sulco de plantio em solo argiloso. A indicação é baseada no resultado de análise de solo. Foi utilizado como fonte de potássio, o fertilizante conhecido como cloreto de potássio por ser bem conhecido dos produtores. Nada impede que outra seja utilizada. O importante é manter inalterados os valores de K<sub>2</sub>O/dm<sup>3</sup> de solo da cova ou sulco da terceira coluna. Na última coluna, observa-se o aumento teórico do teor de potássio no solo, devido ao fertilizante aplicado.

A princípio os valores podem parecer exagerados, porém devemos lembrar sempre que na implantação da lavoura é o momento ideal para se aplicar os fertilizantes em profundidade. Além disso, a planta pode utilizar esses nutrientes por longo período de tempo.

**Tabela 5. Sugestão para adubação potássica na cova/sulco de plantio (solo argiloso)**

Teor no solo K cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cloreto de potássio g/dm <sup>3</sup> solo	K <sub>2</sub> O g/dm <sup>3</sup> solo	Aumento de K pelo adubo cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
até 0,30	1,0	0,60	1,28
> 0,30 a 0,45	0,8	0,48	1,02
> 0,45 a 0,75	0,6	0,36	0,77
> 0,75	0,3	0,18	0,38

Na Tabela 6 é indicada a adubação potássica na cova/sulco de plantio para cafeeiros localizados em solos arenosos.

**Tabela 6. Sugestão para adubação potássica na cova/sulco de plantio (solo arenoso)**

Teor no solo K cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cloreto de potássio g/dm <sup>3</sup> solo	K <sub>2</sub> O g/dm <sup>3</sup> solo	Aumento de K pelo adubo cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
até 0,15	0,60	0,36	0,77
> 0,15 a 0,30	0,40	0,24	0,50
> 0,30 a 0,40	0,30	0,18	0,38
> 0,40	0,20	0,12	0,26

**ADUBAÇÃO COM ENXOFRE:** Tem sido documentado na literatura a importância do enxofre na nutrição e produção do cafeeiro. O enxofre nas plantas, forma substâncias determinantes da qualidade do produto, desempenhando importantes funções, sobretudo no metabolismo das albuminas e nas reações enzimáticas.

Especula-se que os grupos sulfidrilos (-SH) do tecido vegetal contribuem para aumentar a resistência das plantas ao frio e à seca. Nas plantas jovens, como é o caso das mudas nos dois primeiros anos do cafeeiro, o suprimento de enxofre pode ser feito com a utilização de matéria orgânica de boa qualidade e aplicação de superfosfato simples ou gesso na cova/sulco de plantio (Tabela 7). O uso posterior do sulfato de amônio como fonte de N, também será suficiente para manter satisfatório a nutrição com relação ao enxofre, durante o crescimento do cafeeiro.

**Tabela 7. Sugestão para aplicação de enxofre na cova/sulco de plantio**

Fontes de enxofre	Quantidade da fonte g/dm <sup>3</sup> solo	quantidade de S g/dm <sup>3</sup> solo
Gesso (CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O)	1,3	0,23
Superfosfato simples	2,0	0,24

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES:** O uso de micronutrientes na cova/sulco de plantio do cafeeiro, não é uma prática muito comum entre os produtores. Este fato é verificado porque o produtor, tradicionalmente se habituou a utilizar matéria orgânica e macronutrientes. Como a matéria orgânica é uma fonte muito segura de micronutrientes, até um passado não muito distante, o suprimento para as plantas podia ser exclusivamente feito através desta prática. Com o manejo inadequado dos solos e seu conseqüente depauperamento, as evidências de carências de micronutrientes, especialmente boro e zinco passaram a ser mais freqüentes. Isto não indica, no entanto, que se deva aplicar indiscriminadamente micronutrientes em qualquer situação.

Existem resultados de pesquisas que mostram um estreito intervalo entre valores foliares adequados e excessivos. O excesso pode ser mais prejudicial que a falta. Afinal suprir a falta é muito mais fácil do que eliminar o excesso. Em condições normais de uso do solo, a adequada adubação orgânica, supre as necessidades iniciais da planta jovem. Posteriormente, através de pulverizações e/ou aplicações no solo pode ser suprida a demanda da planta adulta.

O não uso de matéria orgânica na cova, em solos degradados e com histórico de deficiência de micronutrientes, pode levar à má formação inicial das plantas.

Diante desta situação indica-se a aplicação de micronutrientes conforme sugestão apresentada na Tabela 8.

**Tabela 8. Sugestão para aplicação de micronutrientes na cova/sulco de plantio.**

fonte de micronutrientes	quantidade da fonte g/dm <sup>3</sup> solo	Quantidades de B-Zn-Cu mg/dm <sup>3</sup> solo
bórax (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O)	0,4	44
Óxido de zinco (ZnO)	0,1	80
Sulfato de zinco (ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	0,3	66
Sulfato de cobre (CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O)	0,2	48

## ADUBAÇÃO VERDE

A adubação verde consiste em prática de se incorporar ao solo a massa vegetal não decomposta, de plantas cultivadas no próprio local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade das terras.

As leguminosas são as plantas preferentemente utilizadas, pela suas características de grandes produtoras de massa verde, sistema radicular bem ramificado e profundo, ricas em compostos orgânicos nitrogenados e capazes de fixar o nitrogênio atmosférico através da simbiose com as bactérias do gênero *Rhizobium*

Estas plantas em geral apresentam satisfatório crescimento e produção de biomassa em solos de baixa fertilidade.

A adubação verde tem pelo menos duas importantes finalidades. A primeira é a de cobrir o solo e protegê-lo contra os efeitos danosos da erosão. Neste particular, a cobertura do solo com plantas, é o fator isolado de maior importância no controle da erosão hídrica das terras agrícolas. A segunda é a de melhorar algumas características químicas, físicas e biológicas do solo, afim de melhorar sua capacidade produtiva e garantir maior aproveitamento dos fertilizantes aplicados. O adubo mineral aplicado juntamente com a adubação verde, pode potencializar a capacidade produtiva tanto do solo como da planta com possibilidades de reduzir a utilização do fertilizantes minerais, diminuindo o custo da prática da adubação (CHAVES, 1994).

A massa vegetal, ao se decompor na superfície do terreno, libera gradativamente os nutrientes que ficam prontamente disponível para as plantas subseqüentes. Além disso os compostos orgânicos ajudam na agregação do solo, tornando-o mais poroso com melhor capacidade de infiltração e retenção de água (CHAVES et al., 1997); aumenta a atividade e diversidade dos microrganismos do solo, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, fixação biológica, de nitrogênio, etc.

Em lavoura cafeeira, a adubação verde deve ser praticada exclusivamente no verão.

Na Tabela 9 é apresentado sugestão para a adequada utilização dos diversos adubos verdes recomendados para áreas cultivadas com cafeeiros.

Os adubos verdes mucuna cinza, lab lab e leucena só, devem ser cultivados em sistemas tradicionais de plantio de cafeeiro. Os demais, são adaptados para os sistemas tradicionais e adensados.

Deve-se salientar que o lab lab, embora seja um excelente adubo verde, apresenta o inconveniente de ser susceptível ao nematóide.

Portanto, em áreas com suspeita deste patógeno, não deve ser cultivado este adubo verde.

**Tabela 9. Sugestão para adubação verde em lavoura cafeeira**

Espécie indicada	época de sementeira	linhas de adubo verde por rua de cafeeiro <sup>1</sup>	Densidade de Sementeira
Amendoim cavalo	Setembro	1	10 sementes/m
Mucuna anã	Outubro	2 a 3	10 sementes/m
Crotalaria spectabilis	Outubro	3	30 sementes/m
Mucuna cinzenta	Setembro	1	10 sementes/m
lab lab	Setembro	1	10 sementes/m
Leucena leucocephala	Setembro a março	1	20 sementes/m

<sup>1</sup> varia conforme o espaço livre existente na rua do cafeeiro

O manejo (corte) dos adubos verdes deve ser realizado por ocasião do florescimento pleno, com exceção da leucena que é um adubo verde perene, devendo ser manejado sempre que a altura atingir entre 1,8 a 2,0 m. Por ser perene a leucena exige de 3 a 4 podas por ano, tomando-se sempre o cuidado de fazer coincidir uma poda antes da colheita, ou seja, aproximadamente no início de maio.

Toda massa vegetal deve ser deixada na superfície do solo, onde sofrerá decomposição.

As sugestões para o número de linhas por rua de cafeeiro (Tabela 9) é baseada em lavoura com espaçamentos tradicionais de 3,5 a 4,0 m entre linhas. Devem ocorrer alterações para os sistemas adensados de plantio do cafeeiro.

Outro aspecto importante diz respeito ao tempo de utilização dos adubos verdes. Na Tabela 10 é apresentada indicação para a utilização dos diversos adubos verdes em função do sistema de plantio da lavoura cafeeira.

**Tabela 10. Período de utilização do adubo verde conforme o sistema de plantio**

sistema de plantio	período de utilização do adubo verde
Tradicional	Todos os anos
Medianamente adensado	2 a 3 primeiros anos
Adensado	2 primeiros anos
Super adensado	Só no primeiro ano

A utilização de adubo verde anualmente nos sistemas de plantio tradicionais, com espaçamento de 3,5 a 4,0 m na entre linha do cafeeiro, é muito importante com o objetivo de manter o solo coberto e portanto protegido, no período de maior ocorrência de chuvas. Com isto consegue-se reduzir drasticamente os danos provocados pela erosão.

Nos sistemas medianamente adensados, com espaçamento entre 2,0 a 2,5 m na entre linha, o adubo verde deve ser cultivado nos 2 ou 3 primeiros anos com o mesmo objetivo; cobrir o solo na entre linha, até que o próprio cafeeiro o faça.

No sistema adensado, com espaçamento entre 1,8 a 2,0 m na entre linha, o plantio é possível no primeiro e talvez no segundo ano após a implantação do cafeeiro. Já nos super adensamentos, com espaçamentos entre linhas variando de 1,0 a 1,5 m, provavelmente o cultivo do adubo verde somente seja possível no primeiro ano da lavoura. Após este tempo indicado para os diversos sistemas de cultivo do cafeeiro, a própria planta (cafeeiro) passa a cobrir o solo e exercer o efeito protetor.

## **ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO**

A adubação de formação, ou seja, aquela realizada após o plantio, leva em consideração a fertilização procedida na cova de plantio. Por exemplo, a não utilização de matéria orgânica e adubação mineral na cova de plantio implica na necessidade do uso destes fertilizantes, principalmente os minerais, tão logo seja comprovado o pegamento das mudas. Assim mesmo os resultados serão inferiores quando comparados com os procedimentos normais de adubação.

É considerada como adubação de formação, aquela procedida a partir do próximo período chuvoso após o plantio.

O cálculo dos valores foram baseados num hipotético modelo de crescimento do cafeeiro, nos dois anos após a implantação da lavoura, sendo portanto uma primeira aproximação. Com a obtenção de novos resultados de pesquisas, esta prática será progressivamente aperfeiçoada.

Caso ocorra produção já no segundo ano, será necessário estimar a quantidade de frutos, com o objetivo de repor os nutrientes consumidos pelos mesmos, ou seja, utiliza-se a tabela de adubação de formação e acrescenta-se a demanda dos frutos.

**ADUBAÇÃO NITROGENADA:** Na tabela 11 é apresentada sugestão para a adubação nitrogenada nos dois anos de formação da lavoura. Em relação à Tabela 11, cabe acrescentar que as quantidades do nutriente diminuem por planta e aumentam por área, na medida em que a lavoura se torna mais adensada. Este fato resulta da constatação de que: 1) em sistemas adensados de plantio a eficiência agrônômica do fertilizante é maior e 2) o modelo de crescimento da planta se altera à medida que o espaçamento entre plantas se reduz, ou seja, o diâmetro de copa diminui; a distância entre os ramos plagiotrópicos aumenta, assim como os internódios dos ramos produtivos.

**Tabela 11. Sugestão para adubação nitrogenada na formação do cafeeiro**

Sistema de plantio	Número de plantas/ha	nitrogênio (g/planta)		nitrogênio (kg/ha)	
		1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
Tradicional	2.000	12	30	24	60
média densidade (-)	4.000	10	25	40	100
média densidade (+)	6.000	9	22	54	132
Adensado	8.000	8	20	64	160
super adensado	10.000	8	20	80	200

**ADUBAÇÃO FOSFATADA:** A utilização do fósforo leva em conta o teor no solo, determinado pela análise química. As Tabelas 12 e 13 apresentam sugestões de adubação fosfatada do cafeeiro, para os dois anos seguintes ao plantio. O critério para o cálculo das quantidades, baseia-se na análise do solo e no sistema de plantio.

**Tabela 12. Sugestão para adubação fosfatada na formação do cafeeiro(solo argiloso)**

Sistema de Plantio	teor no solo P mg/dm <sup>3</sup> solo						
	até 6		> 6 a 13		> 13 a 20		
----- g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / planta -----							
	1ºano	2ºano	1ºano	2ºano	1ºano	2ºano	1º e 2º anos
Tradicional	6	15	5	10	4	7	sem adubo
média densidade (-)	5	12	4	8	3	5	sem adubo
média densidade (+)	4,5	10	3	6	2,5	4	sem adubo
Adensado	4	8	3	5	2	3,5	sem adubo
super adensado	3,5	7	2,5	4,5	2	3	sem adubo



**Tabela 13. Sugestão para adubação fosfatada na formação do cafeeiro (solo arenoso)**

Sistema de Plantio	teor no solo P mg/ dm <sup>3</sup> solo						
	Até 6		> 6 a 13		> 13 a 20		> 20
	g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / Planta						
	1ºano	2ºano	1ºano	2ºano	1ºano	2ºano	1º e 2º anos
Tradicional	4,5	11	4	7,5	3	5	sem adubo
média densidade (-)	4	9	3	6	2	4	sem adubo
média densidade (+)	3,5	7,5	3	6	2	3	sem adubo
Adensado	3	6	2,5	4	1,5	2,7	sem adubo
super adensado	2,8	5,6	2	3,6	1,5	2,5	sem adubo

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA:** Em relação ao potássio, o procedimento é idêntico ao fósforo, ou seja, calcula-se a necessidade de adubação, baseada no teor do elemento no solo e segundo a idade e sistema de plantio. As Tabelas 14 e 15 apresentam sugestões de adubação potássica do cafeeiro, para os dois anos seguintes ao plantio.

Em se tratando dos macronutrientes, estas são as principais adubações a serem realizadas no período de dois anos após a implantação da lavoura. Não haverá, a princípio, necessidade de fornecimento de cálcio, magnésio e enxofre, conhecidos como macronutrientes secundários.

O estoque destes elementos, fornecidos pela calagem em área total e cova/sulco, mais a matéria orgânica e superfosfato simples no plantio, é suficiente para a nutrição das plantas no período.

É sugerido no entanto que parte da adubação nitrogenada seja realizada com sulfato de amônio que contém quantidade considerável de enxofre.

**Tabela 14. Sugestão de adubação potássica na formação do cafeeiro (solo argiloso)**

sistema de plântio	teor no solo K cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup> solo							
	até 0,30		> 0,30 a 0,45		> 0,45 a 0,75		> 0,75	
	-----g K <sub>2</sub> O / planta-----							
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
tradicional	9	21	7	16	5	12	sem adubar	
média densidade (-)	8	18	6	14	4	9	sem adubar	
média densidade (+)	7	15	5	12	3	7	sem adubar	
adensado	6	12	4	9	3	6	sem adubar	
super adensado	6	12	4	9	3	6	sem adubar	

**Tabela 15. Sugestão de adubação potássica na formação do cafeeiro (solo arenoso)**

sistema de plântio	teor no solo K cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> solo							
	Até 0,15		> 0,15 a 0,30		> 0,30 a 0,40		> 0,40	
	-----g K <sub>2</sub> O/planta-----							
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
tradicional	7	16	6	12	5	9	4	7
média densidade (-)	6	13	4	10	4	7	3,6	6
média densidade (+)	5	11	3,6	9	3,6	6	3	5
adensado	4	9	3	7	3	5	3	5
super adensado	4	9	3	6	3	5	3	5

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES:** Quanto aos micronutrientes, tem sido constatado com mais frequência no Paraná, deficiência de boro e zinco. As lavouras localizadas nas regiões de solos arenosos sofrem mais com a falta de micronutrientes.

A correção poderá ser feita de forma preventiva, mediante análise foliar, antes do aparecimento dos sintomas de carência.

A Tabela 16 apresenta sugestão para aplicação de boro no solo, em vários sistemas de plântio do cafeeiro.

Indica-se o uso do boro no solo, devido a sua característica de imobilidade na planta. A aplicação via folha exige várias pulverizações. Deve-se ressaltar que a absorção foliar é mais rápida que a radicular, embora de efeito menos duradouro. Se ocorrer deficiência muito seve-

ra, é indicado pelo menos uma pulverização foliar, acompanhada de aplicação no solo. Indica-se o ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) para pulverização foliar na concentração de  $5 \text{ g/dm}^3$  ou  $0,5 \% = 500\text{g}$  de ácido bórico/100 litros de água. A solução deve ser aplicada de forma a molhar bem a planta.

**Tabela 16. Sugestão para adubação com boro na formação do cafeeiro**

Produto utilizado	Sistema de plantio	número de plantas/ha	g / planta	
			1º ano	2º ano
Bórax ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )	Tradicional	2.000	3	5
	Média densidade (-)	4.000	3	5
	Média densidade (+)	6.000	2,5	4
	Adensado	8.000	2,0	3,5
	Super adensado	10.000	2,0	3,5

O zinco é outro micronutriente que vem exigindo aplicações frequentes em virtude de sua carência nas principais áreas cafeeiras do Paraná. Alguns resultados de pesquisas têm mostrado que a correção do zinco, através de aplicações foliares, é satisfatória (CHAVES, 1989). O zinco por ter íntima relação com os componentes de crescimento da planta, deve ser aplicado na fase de máximo desenvolvimento vegetativo do cafeeiro. Assim, o período mais adequado de aplicação vai de outubro a fevereiro. Indica-se o sulfato de zinco ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) em solução a  $0,5 \% (5 \text{ g/dm}^3)$  ou o zinco quelatizado (EDTA-Zn) a  $1,0 \% (10 \text{ g/dm}^3)$ . Duas aplicações em pulverização foliar no período indicado são suficientes para correção da deficiência.

## ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO

Sem dúvida esta é a fase em que o cafeeiro demanda as maiores quantidades de nutrientes, especialmente devido à produção de frutos.

Para o cálculo correto da quantidade de fertilizantes a aplicar, é necessário levar em consideração a análise de solo, o nível de eficiência do fertilizante, a densidade de plantio, a produtividade da lavoura e a necessidade de vegetação.

A quantidade demandada pelos frutos foi avaliada através de trabalho conduzido no IAPAR (Chaves & Saruge, 1984). A demanda de nutrientes para a vegetação, baseou-se em modelo hipotético de cres-

cimento das plantas nos diversos espaçamentos, necessitando portanto, ser periodicamente avaliada com o objetivo de aperfeiçoar a prática.

## UMA EXPLICAÇÃO NECESSÁRIA

Todas as plantas têm uma demanda por nutrientes; esta demanda é igual à quantidade para suprir suas necessidades para se desenvolver e produzir bem. O solo é o meio natural que fornece nutrientes e água às plantas. Nem sempre o solo contém os nutrientes em quantidades adequadas e balanceadas para atender a demanda das plantas. Além disso, uma série de fenômenos ocorre no solo tais como adsorção, precipitação, imobilização, etc. que pode tornar os nutrientes menos disponíveis às plantas. Por essas razões, freqüentemente os agricultores têm que recorrer ao uso dos fertilizantes minerais/orgânicos, calcários, etc. para conseguirem produtividades elevadas de suas lavouras.

Assim, o conhecimento da necessidade de nutrientes pelas culturas para crescerem e produzirem satisfatoriamente é necessário, porém insuficiente para o cálculo da adubação; é necessário que se conheça também a eficiência de aproveitamento dos diversos fertilizantes. Como esta informação não está disponível de forma criteriosa pela pesquisa, foi feito neste trabalho uma simulação (primeira aproximação), baseado nos conhecimentos de crescimento e produção do cafeeiro dos solos, e dos fertilizantes de como seria o índice de aproveitamento de alguns nutrientes ao ser aplicado no solo. Para este trabalho, entendeu-se como razoável em lavouras em produção, que a eficiência de aproveitamento de nitrogênio (parcelado em 04 a 05 aplicações) é próxima de 65 % em lavouras tradicionais, de 70 % em lavouras adensadas e, de 80 % em lavouras super adensadas, independente do tipo de solo e fertilizante utilizados. O fósforo teria um aproveitamento, em solos argilosos de 30 % em sistemas tradicionais, de 35 % nos sistemas adensados e 40,% nos super adensados, no ano de aplicação. Nos solos de textura média e arenosa, o aproveitamento seria na ordem de 40 % nos plantios tradicionais, 45 % nos sistemas adensados e 50 % nos super adensados, também no primeiro ano. Como estas informações foram estimadas e não medidas, servem para facilitar os cálculos das quantidades a aplicar; no entanto, à medida que a pesquisa avançar, novos resultados contribuirão para racionalizar a prática da adubação nos diversos sistemas de lavoura cafeeira.

## a) ADUBAÇÃO DE VEGETAÇÃO

A Tabela 17 mostra a necessidade de nutrientes para o cafeeiro vegetar satisfatoriamente nas diferentes densidades de plantio.

**Tabela 17. Sugestão para adubação vegetativa do cafeeiro**

Nutrientes	densidade de plantas/ha				
	2000	4000	6000	8000	10000
	----- kg / ha -----				
Nitrogênio (N)	46	80	108	119	125
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10	18	24	28	30
Potássio (K <sub>2</sub> O)	30	54	72	80	85
cálcio (Ca)	15	27	35	40	42
Magnésio (Mg)	6	11	15	18	20
Enxofre (SO <sub>4</sub> )	9	16	22	25	28
	----- g / ha -----				
zinco (Zn)	90	160	220	245	260
boro (B)	240	400	520	580	610

## b) ADUBAÇÃO DE FRUTIFICAÇÃO

A Tabela 18 mostra a quantidade de nutrientes extraída por 1000 kg de café em coco (semente + casca).

**Tabela 18. Extração de macro e micronutrientes por 1000 kg de café em coco**

nutrientes	1000 kg café em coco
	----- kg -----
nitrogênio (N)	22
fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,6
potássio (K <sub>2</sub> O)	36
cálcio (Ca)	2,4
magnésio (Mg)	2,1
enxofre (SO <sub>4</sub> )	5
	----- g -----
zinco (Zn)	5
boro (B)	17

Com as Tabelas de adubação de vegetação e frutificação é possível calcular a adubação do cafeeiro.

**ADUBAÇÃO NITROGENADA:** A adubação nitrogenada não leva em conta a análise de solo. Utilizam-se as informações sobre a densidade de plantas, a eficiência do fertilizante e as necessidades para vegetação e frutificação. Com estas informações é possível fazer uma adequada indicação para adubação nitrogenada para plantas em produção.

**ADUBAÇÃO FOSFATADA:** A adubação fosfatada leva em conta o teor de fósforo no solo, a densidade de plantas, a eficiência do fertilizante e as necessidades para vegetação e produção. A Tabela 19 apresenta sugestão para a adubação fosfatada.

**Tabela 19. Sugestão para adubação fosfatada do cafeeiro**

Teor no solo P (mg / dm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	nível de produtividade da lavoura		
	baixo	médio	alto
até 9	adubação vegetativa	adubação vegetativa	adubação vegetativa
	+	+	+
	adubação dos frutos	adubação dos frutos	adubação dos frutos
> 9 a 15	+	+	+
	adubação cor. (20 %)	adubação cor. (15 %)	adubação cor. (10 %)
	adubação vegetativa	adubação vegetativa	adubação vegetativa
> 15 a 22	não adubar	adubação dos frutos	adubação dos frutos
	adubação dos frutos	adubação dos frutos	adubação dos frutos
> 22	não adubar	não adubar	adubação dos frutos

<sup>1</sup> Mehlich

A Tabela 19 mostra um tipo de adubação que ainda não foi discutido. É a adubação corretiva. Esta adubação é um percentual calculado com base na soma da adubação vegetativa e adubação de frutificação. Esta adubação serve para adicionar no solo uma quantidade extra de fertilizante, no sentido de colocar o teor do nutriente em um nível mais adequado.

Quanto ao nível de produtividade é aceito que até 1.600 kg de café em coco situa-se na faixa de baixa produtividade; de 1.600 a 30

3.000 kg na faixa de média produtividade e acima de 3.000 kg, na faixa de alta produtividade.

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA:** O cálculo para a utilização do fertilizante potássico é feito de forma semelhante ao utilizado para a adubação fosfatada.

A Tabela 20, mostra a sugestão para adubação potássica, seguindo a mesma linha de raciocínio da adubação fosfatada.

**Tabela 20. Sugestão para adubação potássica do cafeeiro**

teor no solo K (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	nível de produtividade da lavoura		
	baixo	médio	alto
até 0,30	Adubação vegetativa +	adubação vegetativa +	adubação vegetativa +
	Adubação dos frutos +	adubação dos frutos +	adubação dos frutos +
	Adubação cor. (20 %)	adubação cor. (15 %)	adubação cor. (10 %)
> 0,30 a 0,45	Adubação vegetativa +	adubação vegetativa +	adubação vegetativa +
	Adubação dos frutos	adubação dos frutos	adubação dos frutos
> 0,45 a 0,75	Não adubar	adubação dos frutos	adubação dos frutos
> 0,75	Não adubar	não adubar	adubação dos frutos

**ADUBAÇÃO COM ENXOFRE:** Em relação ao nutriente enxofre, deve-se tomar o cuidado de utilizar sempre que possível os fertilizantes superfosfato simples e sulfato de amônio que contêm quantidades significativas do nutriente.

As quantidades podem ser determinadas, utilizando-se os dados das Tabelas 17 e 18. Se o fornecimento destas duas fontes for insuficiente, poderá ser complementado com o gesso que contém aproximadamente 55 % de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

**ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES:** Em relação aos micronutrientes, indica-se o uso do boro no solo, com aplicação de bórax que contém 11 % de B. Como a quantidade é pequena, ocorre dificuldade

para a aplicação correta (distribuição); indica-se as quantidades constantes na Tabela 21.

**Tabela 21. Sugestão para aplicação de boro em lavouras cafeeiras**

Fonte do micronutriente	Densidade de plantas/ha				
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
	----- kg/ha -----				
bórax (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O)	14,0	24,0	30,0	40,0	50,0

Sugere-se também que se faça anualmente (mês de janeiro) análise foliar para se avaliar a nutrição de boro e dos demais nutrientes. Com esta análise é possível tomar decisões de suspender ou continuar aplicando boro no ano seguinte, ou mesmo diminuir ou aumentar a aplicação dos demais nutrientes.

Quanto ao zinco é preferível sua aplicação em pulverização foliar no período de outubro a fevereiro. Geralmente duas a três aplicações de solução com sulfato de zinco a 0,5 % (5 g/dm<sup>3</sup>) são suficientes; se misturado ao cobre, elevar a concentração para 0,8 %.

Quanto ao cobre, também é indicado pulverizações foliares. Os fungicidas para controlar algumas doenças, não têm permitido que ocorra deficiência deste nutriente; oxicloreto de cobre a 0,8 % pode ser aplicado junto com outros micronutrientes.

## CALAGEM PARA O CAFEIEIRO EM PRODUÇÃO

A calagem para o cafeeiro em produção é realizada para neutralizar a acidez provocada principalmente pelos fertilizantes nitrogenados e também para equilibrar os teores de cálcio e magnésio no solo, devido principalmente a retirada pelas colheitas.

O método para quantificar a necessidade de calcário é da saturação de bases para elevação de V % = 60 % , ou seja :

$$N.C. = \frac{(V2 - V1) \times T \times 100}{PRNT}$$

O calcário deve ser aplicado conforme o sistema de plantio. As doses não devem ser muito altas em uma única aplicação. Por exemplo, necessidade de calcário acima de 2,0 t/ha deve ser parcelada em duas ou mais aplicações, que serão realizadas anualmente, como se fosse uma adubação. Admite-se que a quantidade para aplicação de



uma só vez de calcário em solo arenoso não deva ultrapassar 1,2 t/ha (0,12 kg/m<sup>2</sup>) e em solo argiloso 2,0 t/ha (0,20 kg/m<sup>2</sup>). Se a necessidade for muito alta e levar por hipótese 3 anos para a aplicação total, deve-se realizar nova amostragem de solo antes da terceira aplicação com o objetivo de reavaliar a necessidade de calcário.

A forma de fornecimento também deve ser modificada. Em sistemas tradicional e medianamente adensado, o calcário deve ser calculado e aplicado em área parcial (na zona de maior influência do sistema radicular das plantas). Neste caso deve-se calcular a área ocupada por uma planta e multiplicá-la pelo número de plantas/ha para se chegar à área efetiva de calagem. Com isso, as quantidades diminuem significativamente. Se houver interesse em cultivo intercalar, o calcário poderá ser aplicado em toda a área.

A área do cafeeiro em sistema tradicional pode ser calculada, da seguinte forma:

$A = \pi R^2$  e no sistema medianamente adensado com adensamento na linha:  $A = \frac{\pi \emptyset^2}{4C}$ , onde R é o raio da "saia" do cafeeiro;  $\emptyset$  é o diâmetro da saia e C é a distância entre as plantas na linha. Assim, uma lavoura espaçada de 4,0 m x 2,5 m que tenha um raio (R) de "saia" igual a 1,1 m terá área (A) = 3,80 m<sup>2</sup>. Outra lavoura espaçada de 2,5 m x 1,0 m que tenha um diâmetro ( $\emptyset$ ) de "saia" igual a 1,9 m, terá área (A) =  $\frac{\pi \times 1,9^2}{4 \times 1,0} = 1,9 \times 1,0 = 1,9 \text{ m}^2$ . No sistema adensado de plantas, o calcário deve ser aplicado em área total.

Em síntese, a calagem para produzir melhores efeitos, necessitará ser aplicada em doses pequenas e anualmente, utilizando-se a mesma tecnologia de aplicação dos fertilizantes. Calcula-se a quantidade de calcário utilizada em 1,0 m<sup>2</sup> e multiplica-se esta quantidade pela área ocupada por uma planta para se conhecer quanto aplicar por planta; após, multiplica-se a quantidade de cada planta pelo número total de plantas por área, para se saber quanto será utilizado por hectare, por exemplo.

## COMENTÁRIO FINAL

Neste documento, procurou-se relatar as informações técnicas mais relevantes referentes ao manejo do solo e práticas de adubação e calagem durante as fases de pré e pós-plantio do cafeeiro.

A intenção, naturalmente, não foi a de esgotar o assunto. Cada um com seu conhecimento, senso de responsabilidade e criatividade, pode melhorar, adaptar e adotar novas práticas, que sendo dinâmicas podem ser utilizadas de forma a apresentar resultados sempre mais eficientes.

Todas as práticas sugeridas neste trabalho devem ser seguidas pelo produtor com o objetivo de obter maior sucesso no seu empreendimento. A cultura cafeeira sendo de característica perene, tem alto custo de implantação, devendo produzir colheitas satisfatórias por muitos anos. A não adoção de alguma prática, pode levar à má formação das plantas, refletindo em lavouras carentes e improdutivas o que fatalmente acabará desestimulando o produtor a continuar na atividade.

Existem algumas práticas que poderão ser dispensadas, se o produtor já as executou anterior e recentemente, como por exemplo, a amostragem de solo, a subsolagem e a calagem. Se a prática demanda um volume razoável de capital e não existe disponibilidade para atendê-la integralmente, procure discutir a questão com os Engenheiros Agrônomos locais. Quase sempre é possível encontrar alternativas satisfatórias que invariavelmente acabam trazendo resultados positivos aos agricultores.

O produtor não deve perder nunca de vista que o solo é seu maior patrimônio. Este meio de produção, somente proporcionará colheitas abundantes se for adequadamente manejado. Nem sempre este manejo implica em grandes gastos de capital. O plantio adensado por si só é uma forma eficiente de manejar o solo. Com a cobertura proporcionada pelas plantas é possível reduzir muito os efeitos danosos da erosão; diminuir a lixiviação dos nutrientes; melhorar as condições químicas, físicas e biológicas. Além disso, como o sistema está mais equilibrado, é possível melhorar a eficiência dos fertilizantes aplicados, o que significa melhores produtividades, sem gastos adicionais de fertilizantes e maior proteção ambiental. No entanto para conseguir todos estes benefícios não basta apenas boas intenções, **É NECESSÁRIO FAZER.**

## LITERATURA CONSULTADA

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Manual, de Adubação. Editora Ave Maria Ltda. São Paulo, 1971, 265 p.
- BISSANI, C.A. & TEDESCO, M.J.O enxofre no solo. In: ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. XVI Reunião Brasileira de. Fertilidade do Solo. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, IAPAR, SBCS, p. 11-29, 1988.
- CHAVES, J.C.D. ; VIEIRA, M.J. & RUFINO, R.L. Adubação verde em lavouras cafeeiras. Londrina, IAPAR, 1980. 6 p. (Informe de Pesquisa, 24).
- CHAVES, J.C.D. Uso de fertilizantes na cafeicultura. In: USO DE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA PARANAENSE. Londrina, IAPAR, p. 7-15. 1980. (Circular Técnica, 16).
- CHAVES, J.C.D. & SARRUGE, J.R. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19 (4): 427-432, 1984.
- CHAVES, J.C.D. ; PAVAN, M.A. & IGUE, K. Resposta do cafeeiro à calagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(5) : 573-582, 1984.
- CHAVES, J.C.D. Nutrição, adubação e calagem do cafeeiro. Londrina, IAPAR, 1986. 24 p. (Circular Técnica, 48).
- CHAVES, J.C.D. Métodos de fornecimento de zinco em cafeeiros. XV Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, IBC, MARA. Maringá, 1989, p. 28-29.
- CHAVES, J.C.D. & MANETTI FILHO, J. Danos de geada em cafeeiros submetidos a adubação potássica e calagem. XVI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, MAARA, Espírito Santo do Pinhal, 1990, p.86.
- CHAVES, J.C.D. Adubação verde no cafeeiro, opção para redução de custo e preservação ambiental. Texto de palestra apresentada no Paraná Rural, Ponta Grossa, 1989. Atualizada em 1994. Londrina, IAPAR, 23 p.
- CHAVES, J.C.D. O manejo do solo para proteção ambiental e redução no custo de produção de café. XX Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, MAARA, MICT, PROCAFÉ, DNAC. Guarapari, 1994, p. 121.

- CHAVES, J.C.D. ; GORRETA, R.H.; DEMONER, CA. ; CASANOVA JR. G. & FANTIN, D. O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) Como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira. Londrina, IAPAR, 1997, 20 p. (Boletim Técnico, 55).
- MIYAZAWA, M. ; PAVAN, M.A. & CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. Revista Brasileira de Ciência do solo, Campinas, 17:411-416, 1993.
- PAVAN, M.A. ; CHAVES, J.C.D. & MESQUITA FILHO, L. Manejo da adubação para formação de lavouras cafeeiras. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 21 (1):33-42 , 1986.
- PAVAN, M.A. & CHAVES, J.C.D. Influência da densidade de plantio de cafeeiro sobre a fertilidade do solo. In: Simpósio Internacional sobre café adensado. 1994 , Londrina resumos. Londrina, IAPAR , 1994, 52 p.
- PAVAN, M.A. ; CHAVES, J.C.D. & ANDROCIOLI FILHO , A. Produção de café em função dá densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. Turrialba, 44 (4): 227- 231, 1995.
- PAVAN, M.A. & CHAVES, J.C.D. Amostragem de solos em culturas perenes. In: AMOSTRAGEM DE SOLO PARA ANÁLISE QUÍMICA - Plantio direto e CONVENCIONAL, Culturas Perenes , Várzeas; Pastagem é Capineira. Londrina, IAPAR, p 15-19, 1996 (Circular Técnica, 90)
- VITTI,G.C; MALAVOLTA, E. & FERREIRA , M.E. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA . XVI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo. Londrina, EMBRAPA , CNPSo, IAPAR, SBCS, p.61-85 ,1988.