

19302



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

635
C268C
2001

Marinice O. Cardoso
Manoel da S. Cravo

CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA O CULTIVO CONVENCIONAL DE HORTALIÇAS NO ESTADO DO AMAZONAS

Manual Técnico

Marinice O. Cardoso
Manoel da S. Cravo

Manaus, AM
2001

Calagem e adubação para o cultivo convencional de hortaliças no estado do Amazonas

Marinice O. Cardoso¹
Manoel da S. Cravo²

Introdução

No estado do Amazonas predominam, em **áreas de terra firme**, solos de baixa fertilidade e elevada acidez, classificados principalmente como Latossolos e Podzólicos (Alfaia & Oliveira, 1997). Os Latossolos são solos profundos, bem drenados e apresentam perfil bem desenvolvido (Rodrigues, 1998). Os Podzólicos são profundos ou medianamente profundos e os horizontes superficiais são sempre mais arenosos do que os horizontes de subsuperfície; tal fato favorece mais a infiltração rápida de água na camada superficial do que na camada abaixo (Demattê, 1988). Apesar dos inconvenientes de natureza química, esses solos possuem boas características físicas em seus estados naturais (EMBRAPA, 1984). Sob uso agrícola, estas condições físicas podem deteriorar-se, em consequência de manejo inadequado, associado à precipitação intensa em situações de solo nu, ocasionando a destruição da estrutura do solo e formação de camadas compactadas, aspectos restritivos ao desenvolvimento de raízes e à sustentabilidade dos sistemas (Corrêa, 1986; Magalhães, 1990). Toda exploração nesses solos deve considerar a minimização da destruição da estabilidade dos agregados naturais e das unidades estruturais, bem como os problemas de fertilidade e de sua manutenção a longo prazo, com intervenções apropriadas de manejo, através de calagem e adubação (EMBRAPA, 1984; Corrêa, 1986; Medina, 1986; Resck, 1992).

¹ Eng.º Agr.º, MSc Embrapa., Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69011-970, Manaus-AM.

² Eng.º Agr.º, Dr., Embrapa Amazônia Ocidental.

Os solos das **áreas de várzea**, predominando os Gley Pouco Húmico e os Aluviais, ao contrário, apresentam, em geral, elevada fertilidade natural decorrente das inundações periódicas dos rios que depositam sedimentos com alto teor de elementos minerais (Ranzani, 1979; Oliveira, 1993). São solos com pouco ou nenhum desenvolvimento do perfil, mal drenados e pouco profundos (Vieira, 1975; EMBRAPA, 1989). Apresentam alguma restrição à mecanização agrícola, devido à descontinuidade das áreas e o tipo de solo, sendo admitido o uso de máquinas pequenas e médias (Rahman, 1977; Corrêa, 1984). Apesar das características físicas não serem as ideais (Falesi, 1986) são recomendados para exploração com culturas de ciclo curto (Melo *et al.*, 1979). As áreas de várzea têm um papel muito importante no tocante à produção de hortaliças, pois, a sua fertilidade natural reduz os custos com adubos e calcário e torna mais rentável a atividade olerícola. Entretanto, os solos de várzea podem apresentar baixa disponibilidade de nitrogênio (Melgar *et al.*, 1992), com alguns apresentando, também, deficiência de enxofre (EMBRAPA, 1989; Oliveira, 1993), atributos que trazem problemas ao cultivo das hortaliças, em condições de falta de manejo adequado.

A correção da acidez e adubação de solos ácidos e pobres em nutrientes são práticas importantes para o desenvolvimento das hortaliças, plantas de crescimento rápido, de ciclo curto e de cultivo intensivo, geralmente, em pequenas áreas, exigindo que o solo tenha um pH adequado e alta disponibilidade de nutrientes. Neste trabalho, são apresentadas sugestões de calagem e adubação de solos para a exploração com olerícolas no estado do Amazonas. São práticas de fertilização seguidas com êxito em trabalhos realizados na Embrapa Amazônia Ocidental, fundamentadas em recomendações compiladas da literatura específica sobre o assunto. Essas recomendações devem estar associadas ao plantio em época adequada, uso de cultivares adaptadas e ao emprego de práticas culturais indispensáveis às hortaliças, para garantir o sucesso dos cultivos.

Acidez e Calagem

A acidez do solo afeta o crescimento das plantas de várias formas, pois, sempre que a acidez é alta (pH baixo), um ou mais dos seguintes efeitos limitantes podem afetar o crescimento das culturas:

a) *As concentrações de alumínio e manganês podem atingir níveis tóxicos, pois a solubilidade desses elementos aumenta nos solos ácidos.*

O efeito principal da toxidez de alumínio é caracterizado pela redução do desenvolvimento das raízes, com engrossamento destas e morte das pontas (Sánchez, 1981). Nos solos brasileiros, os teores de Al trocável (c.mol./dm³ de solo) são classificados, genericamente, em (Tomé Jr., 1997): baixo (< 0,5), médio (0,5-1,5) e alto (> 1,5). Mas, o índice “% de saturação de Al” é muito usado para caracterizar o nível de Al do solo: $Al^{3+} \% = (Al^3 / (Al^3 + Ca^2 + Mg^2 + K^+))$, onde os teores dos cátions são dados em cmol./dm³ de solo (Malavolta, 1985). Os valores para saturação de Al e sua classificação, de acordo com Osaki (1991) são: < 5%-muito baixo (não prejudicial); 5% a 10%-baixo (pouco prejudicial); 10,1% a 20%-médio (medianamente prejudicial); 20,1% a 45%-alto (prejudicial) e >45%-muito alto (altamente prejudicial). Para as hortaliças, o ideal é que a % de saturação de Al não seja superior a 5%.

O manganês é um nutriente das plantas mas, quando aparece em quantidades apreciáveis, em forma facilmente disponível, pode ocorrer toxidez, visto que os limites de deficiência e toxidez são muito próximos (Tisdale & Nelson, 1977). Assim sendo, a finalidade não é eliminar totalmente o manganês solúvel, porém mantê-lo dentro de um intervalo (1mg/dm³-4mg/dm³) entre deficiência e toxidez (Sánchez, 1981). A medida que o pH se eleva, provoca transformação progressiva do Mn²⁺ para a forma facilmente reduzível (Mn³) e depois para a forma Mn⁴⁺, insolúvel (Malavolta, 1985). Na avaliação da disponibilidade de manganês no trópico úmido, os solos do tipo Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo e Aluvial foram classificados como pobres e, como ricos, o Latossolo Vermelho Amarelo, a Terra Roxa Estruturada e o solo Gley Pouco Húmico (Sing, 1984).

Assim sendo, quando o pH alcança 5,5, é provável que o solo não possua Al^3 trocável ou que contenha pequena quantidade do mesmo; e a solubilidade do manganês diminui o suficiente para eliminar a toxidez (Mello *et al.*, 1984; Sánchez, 1981).

b) *Os microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, estão com baixa população e com pouca atividade*

A decomposição ou mineralização da matéria orgânica se dá graças à atividade de microorganismos (Kiehl, 1985). O pH do solo exerce influência sobre o tipo de microorganismos que predomina, em geral, devido aos mesmos fatores que afetam as plantas (Mello *et al.*, 1984). Do ponto de vista microbiológico, o solo é ambiente estressante, fortemente limitado por nutrientes mas, capaz de sustentar uma população microbiana extremamente diversa (Siqueira *et al.*, 1994). Adições de fósforo e calcário, por exemplo, aumentaram a mineralização do nitrogênio em um Oxissol do Brasil, pobre nestes nutrientes (Sánchez, 1981), indicativo de alteração positiva na microbiologia do solo.

Os microorganismos são classificados como acidófilos, neutrófilos e insensitivos, além dos basófilos, que preferem ambientes alcalinos; em geral, as bactérias são neutrófilas e os fungos acidófilos (Siqueira *et al.*, 1994). Estes autores ressaltam que o pH da suspensão do solo não reflete o pH do micro-habitat, o que dificulta generalizações sobre as relações ecológicas do mesmo. Mello *et al.* (1984) afirmam: "Bactérias e actinomicetos funcionam melhor em solos minerais com valores de pH intermediários ou altos, sendo prejudicial o pH abaixo de 5,5. Fungos são facultativos, trabalhando satisfatoriamente em toda ordem de reação do solo. Portanto, os fungos predominam em valores baixos de pH, sofrendo forte concorrência de bactérias e actinomicetos nos valores médios ou altos. Um solo com pH em torno de 6,0-6,5 deve apresentar as condições biológicas mais satisfatórias, onde os organismos úteis do solo se desenvolvem bem e os nutrientes estão em condições favoráveis para absorção".

c) *O cálcio e o magnésio normalmente estão em níveis deficientes*

Em solos ácidos, como os existentes na Amazônia brasileira procura-se, com a calagem, além da correção da acidez, prevenir deficiências diretas de cálcio e magnésio porque, em geral, são solos muito pobres nestes nutrientes (Sánchez, 1981; Falesi, 1986), visto que, no processo de acidificação do solo, estes cátions básicos são lixiviados para as camadas mais profundas do perfil do solo, ou mesmo, para o lençol freático (Quaggio, 1986).

d) *Os solos argilosos, com alta acidez, são menos agregados e possuem baixa permeabilidade e aeração*

O efeito do cálcio parece ser indireto, propiciando maior produção e decomposição da matéria orgânica o que poderá ser favorável à estrutura (Lopes, 1989). Entretanto, a presença de teores elevados de cálcio sobre o complexo coloidal conduz à floculação dos colóides, e não assegura estrutura granular ao solo (Mello *et al.*, 1984).

e) *A disponibilidade de nutrientes, como o fósforo e o molibdênio, é reduzida.*

Em solos ácidos, o alumínio e ferro reagem com o fósforo formando fosfatos relativamente insolúveis. Quanto maior os teores de alumínio e ferro, maior é a capacidade do solo de fixar fósforo. Por conseguinte, os Oxissóis (representados na região Amazônica pelo Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro) e Ultissóis (representados na Amazônia principalmente pelo Podzólicos), muito ácidos e meteorizados, geralmente possuem alta capacidade de fixação de fósforo (Sánchez, 1981; Demattê, 1988). A calagem aumenta o aproveitamento do fósforo nativo do solo e a eficiência de uso de fertilizantes fosfatados solúveis (Quaggio, 1986), porque insolubiliza o alumínio e o ferro, diminuindo sua ação fixadora sobre o fósforo (Alcarde *et al.*, 1989). Como os fosfatos, os íons molibdatos são insolubilizados, principalmente pelos óxidos hidratados de ferro e alumínio mas, com a correção da acidez, a solubilidade destes íons aumenta sensivelmente (van Raij, 1991; Osaki, 1991).

Adicionalmente, a calagem dos solos ácidos diminui a perda de potássio por lixiviação (Lopes, 1989).

Seleção de Corretivos

Na escolha de material calcário devem ser considerados: o seu conteúdo em material neutralizante, a natureza de sua composição e o seu grau de finura (van Raij, 1991). A legislação brasileira exige que os corretivos de acidez sejam caracterizados pelos seus teores de CaO e MgO e que a granulometria seja determinada pelas peneiras ABNT, o que permite o cálculo do Poder Relativo de Neutralização Total-PRNT (Quaggio, 1986). O cálculo do PRNT admite uma correção para o poder neutralizante (PN) do corretivo, conforme a granulometria. É atribuída eficiência zero para o material retido na peneira 10 (2mm), 20% para o retido na peneira 20 (0,84 mm), 60% para o retido na peneira 50 (0,297 mm) e 100% para o que passa na peneira 50 (van Raij, 1991). Para as condições de terra firme do estado do Amazonas, onde os solos são pobres em cálcio e magnésio, deve-se dar preferência aos calcários dolomíticos (contendo cálcio e magnésio em teores elevados) com PRNT superior a 75%. Isso garante que, em um período de 1 a 3 anos, 75% do calcário reaja com o solo, corrigindo a acidez e fornecendo cálcio e magnésio para as plantas. Isso porque, quanto mais elevado o valor de PRNT, mais rápida será a reação do calcário no solo.

Para o caso específico de olerícolas, quanto mais alto o PRNT, melhor o calcário, pois as plantas são de ciclos muito curtos e necessitam de rápida correção do solo e liberação de cálcio e magnésio.

Quantidade, época e forma de aplicação de calcário

Nos solos altamente intemperizados dos trópicos úmidos, como é o caso do estado do Amazonas, a prática de realização de calagem até alcançar sua neutralidade não apresenta os efeitos desejados (Sánchez, 1981; Alfaia & Oliveira, 1997). As informações a respeito de ensaios sobre calagem nos solos regionais são poucas mas, os resultados existentes mostram que aplicações de quantidades de calcário superiores a 2 t/ha não aumentou a produtividade de culturas anuais (Cravo & Smyth, 1997). Isto indica que elevadas doses de calcário nesses solos podem constituir desperdícios do produto e podem promover a redução da disponibilidade de alguns

nutrientes como P e os micronutrientes Zn, B, Cu e Mn. Bastos & Smyth (1984), observaram uma redução da saturação de alumínio de 14% para 5%, quando a dose de calcário foi aumentada de 2 para 4 t/ha, em Latossolo da região. Para as hortaliças, que necessitam de saturação de Al bem baixa, deduz-se que uma dose de calcário de 4t/ha seja o suficiente. Nesta quantidade os teores de cálcio e magnésio no solo ficarão em torno de 30 mmolc.dm⁻³ e 0,8 mmolc.dm⁻³, respectivamente, considerados bons teores para atender as necessidades das hortaliças e, o pH ficará próximo de 6,0. A faixa de pH entre 5,5–6,5 é a ideal para a maioria das hortaliças e, na prática, deve-se procurar elevar o pH do solo até 6,0 (Figueira, 1972).

A equação de Cochrane *et. al* (1980), que leva em consideração a saturação de Al trocável no complexo de troca de solos minerais ácidos, tem sido usada com bastante sucesso para recomendações de calagem para culturas, cujas tolerâncias à saturação de Al são conhecidas. Para a maioria das hortaliças, a saturação de Al no complexo de troca do solo, deve situar-se abaixo de 5%, podendo-se utilizar dessa equação para os cálculos da necessidade de calcário para essas culturas.

Nos cálculos da necessidade de calcário também é levada em consideração a textura do solo. Os cálculos são feitos para um solo de textura média (entre 15 a 35% de argila) e, para solos argilosos (mais de 35% de argila) a quantidade calculada deve ser aumentada em 25%. Já para solos arenosos (menos de 15% de argila) a quantidade calculada deve ser diminuída em 25%.

Método para o cálculo das quantidades de calcário a serem aplicadas:

$$NC^1 = 1.5[AI - SAD^2 (Ca + Mg + K + Al)/100] = t/ha \text{ de calcário } PRNT^3 = 100\%$$

¹ NC = Necessidade de Calagem

² SAD = Nível de Saturação de Alumínio Desejada (Considerar 10 para a maioria das culturas). Para hortaliças considerar SAD = 5

³ PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total

Exemplo de cálculo da necessidade de calagem (NC)

Supondo que uma análise de solo que apresentou os seguintes dados: Ca = 0,5; Mg 0,2; K= 39 ppm (39 ppm de K ÷390 = 0,1 cmol_c/cm³) e Al = 1,5. Considere-se também que se dispõe de um calcário com PRNT = 75%.

$$NC = 1,5[Al - SAD(Ca + Mg + K + Al)/100]$$

$$NC = 1,5[1,5 - 5(0,5 + 0,2 + 0,1 + 1,5)/100]$$

$$NC = 1,5[1,5 - 5(0,023)]$$

$$NC = 1,5\{1,5 - 0,12\}$$

NC = 2,07 t/ha de Calcário (PRNT = 100%). Como temos um calcário com 75% de PRNT, então:

NC = $2,07 \times 100 \div 75 = 2,8$ t/ha de calcário (com PRNT = 75%). Mas, 2,8 t/ha é a quantidade de calcário a ser aplicada no campo (em solos de textura MÉDIA). Para solos ARGILOSOS (+ 25%) = $2,8 \times 1,25 = 3,5$ t/ha. Para solos ARENOSOS (- 25%) = $2,8 \times 0,75 = 2,10$ t/ha.

Em locais onde a precipitação é intensa, pode-se fazer a correção até 30 dias antes do plantio (EMATER, 1991; Pereira *et al.*, 1986). A distribuição do produto deve ser feita de maneira uniforme em toda superfície do terreno e, depois, bem incorporado até uma profundidade de 20 cm. No período seco, ou se a área for coberta (cultivo protegido), deve-se irrigar a área, após a incorporação do calcário, pelo menos uma vez por semana, até 30 dias após a aplicação. É necessário que o calcário se solubilize no terreno e, para que as transformações que levam à sua solubilização ocorram, é necessário o contato íntimo das partículas do corretivo com o solo úmido (Malavolta, 1979).

O grau de finura do calcário deve ser considerado, quando da determinação do período que deve anteceder ao plantio ou a própria adubação, visando sua aplicação, bem como a umidade do solo. Quanto menor for a partícula de calcário, maior será a superfície de contato com o solo, sendo mais rápida a sua reatividade (Alcarde, 1992). Quanto maiores forem a acidez do solo, a temperatura e a umidade, maior será a reatividade, razão porque nas regiões tropicais os corretivos são mais reativos do que

nas regiões temperadas e frias (Alcarde, 1992). Consta que os calcários calcíticos reagem mais rapidamente que os dolomíticos (Souza, 1997), entretanto, em um Latossolo Amarelo textura argilosa do município de Manaus, 30 dias após a calagem, e com umidade controlada, verificaram-se efeitos semelhantes do calcário calcítico e do dolomítico, observando-se elevação do pH, do $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis e redução do Al^{3+} trocável (Tucci *et al.*, 1994).

Quanto ao intervalo para realização de nova calagem, vai depender da quantidade aplicada e dos resultados apresentados pela análise de solo realizada um ano após a primeira aplicação de calcário. Alguns trabalhos, nas condições regionais, utilizando doses baixas, demonstram que a partir de aproximadamente um ano os efeitos da calagem começam a decrescer, ocorrendo lixiviação de Ca e Mg (EMBRAPA, 1984; Alfaia & Muraoka, 1997), o que indica a necessidade de nova aplicação complementar de calcário. Entretanto, o método mais seguro para orientar a nova aplicação é a análise do solo.

Em solos ácidos, nos casos de cultivo em pequena escala, quando não se dispõem de análise do solo, pode ser adotado o seguinte procedimento: aplicar 200 g a 300 g de calcário por metro quadrado, conforme Trani (1984), podendo a incorporação ser feita com a enxada (Camargo, 1984).

Em solos onde a calagem foi efetuada, a preocupação com o Ca como nutriente fica minimizada (desde que manejo dos outros fatores estejam adequados), porém é um aspecto que não deve ser desprezado no caso de espécies como o tomateiro e a melancia, que são mais exigentes neste elemento, visando o controle da podridão apical (Souza, 1997). Este distúrbio fisiológico pode resultar de: baixa disponibilidade de Ca no solo, acidez do solo, excesso de sais de amônio e potássio (antagônicos ao Ca) presentes na solução do solo, nível inadequado de umidade do solo, crescimento luxuriante da planta e da suscetibilidade da cultivar (Silva Junior, 1988). De acordo com Geraldson (1957), a porcentagem de Ca no total de sais solúveis contidos no extrato de saturação do solo deve ser mantida na ordem de 16% a 20%, para prevenir a podridão apical.

Matéria orgânica

A matéria orgânica é toda substância no solo, advinda de resíduos de plantas, de microorganismos, micro, meso e macrofaunas e de excreções dos grandes animais: 4% é matéria orgânica viva (25% de fauna, 5% de raízes e 70% de microorganismos) e 96% é matéria orgânica morta, proveniente de resíduos em geral (Resk, 1992). Para estimativa da matéria orgânica, o valor do carbono orgânico é multiplicado por 1,72 (58% de C), ou mais recentemente, por 1,923 (52% de C), conforme Osaki (1991). Em áreas virgens, existe uma proporção bastante definida entre a matéria orgânica do solo e o carbono adicionado anualmente pelos resíduos dos vegetais que cobrem o solo (Fontes, 1997) mas, a matéria orgânica se reduz drasticamente nos solos tropicais que passam a ser cultivados, visto que o sistema praticamente fechado de ciclagem de nutrientes é rompido (Primavesi, 1987; Sánchez, 1981).

Matéria orgânica dos solos tropicais

Os solos de florestas tropicais úmidas possuem conteúdos de matéria orgânica semelhantes aos solos de florestas temperadas (Demattê, 1988), porque, embora a velocidade de sua decomposição seja cinco vezes maior no trópico úmido, devido à temperatura e umidade elevadas, a biomassa produzida anualmente pelas florestas tropicais é, também, cinco vezes maior e, ao final, o equilíbrio é semelhante (Sánchez, 1981).

Os teores de matéria orgânica encontrados no horizonte A de solos sob vegetação primária, no estado do Amazonas, foram de 37 g/dm³ (Latosolo Amarelo Álico, textura muito argilosa, fase floresta equatorial úmida de terra firme), 18,1 g/dm³ (Podzólico Amarelo Latossólico Álico, textura média/argilosa, fase floresta equatorial perenifólia) e 32 g/dm³ (Gley Pouco Húmico, textura muito argilosa, campina de várzea) (Alfaia, 1988). Segundo Fassbender (1980), a maior parte dos solos minerais cultivados apresentam entre 20 g/dm³ a 50 g/dm³ de matéria orgânica e, Tomé Jr (1997) afirma que dificilmente um solo cultivado apresentará teores elevados de

matéria orgânica, com estes se estabilizando, após alguns anos, em torno de 25 a 30 g/dm³ em solos argilosos e valores mais baixos em solos de textura média ou arenosa. Portanto, a média, em condições de ciclagem fechada de nutrientes, dos três solos acima (29 g/dm³), permite a interpretação quantitativa da matéria orgânica em solos cultivados do Estado, com base nos critérios mencionados pelo último autor: < 15 g/dm³-baixo; 15 a 25 g/dm³-médio; > 25 g/dm³-alto.

Efeitos da matéria orgânica

O efeito favorável da matéria orgânica na produtividade deve-se aos inúmeros benefícios que confere às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (van Raij, 1981; Kiehl, 1993). Devido às suas dimensões coloidais e ao elevado conteúdo de grupos funcionais, age sobre estas de forma complexa e por mecanismos diversos, funcionando como fertilizante mineral, corretivo da toxidez de certos elementos encontrados em teores acima do normal (ferro, alumínio e manganês) e como condicionador do solo (Kiehl, 1985; Fontes, 1997; Osaki, 1991). A matéria orgânica possibilita um desempenho muito melhor dos fertilizantes minerais adicionados (Alcarde *et al.*, 1989), aumentando a disponibilidade dos nutrientes para as plantas.

Alguns efeitos da matéria orgânica sobre as *propriedades físicas* do solo são particularmente importantes para as hortaliças:

a) *Estrutura*

O conjunto de agregados do solo constitui sua *estrutura* (van Raij, 1991). A matéria orgânica é o agente principal de estímulo à agregação (Buckman & Brady, 1974), possibilitando a formação de agregados bastante estáveis, principalmente, aqueles menores de 1 mm (Fontes, 1997) e, seu efeito agregante se faz notar, principalmente, em solos com menor quantidade de argila (Kiehl, 1985). Os minerais de argila constituem, também, importantes agentes cimentantes para a agregação do solo porém, o complexo argilo-húmico formado dispersa-se mais facilmente que o

agregado formado somente de argila (Fontes, 1997). Em solos tropicais, os óxidos de ferro e de alumínio contribuem para uma maior estabilidade da estrutura, especialmente nos Latossolos (Primavesi, 1987; van Raij, 1991). Em razão da necessidade de manuseio e irrigações intensivos, as hortaliças requerem uma estrutura suficientemente estável do solo (Paterson & Ede, 1970).

b) *Densidade aparente*

A degradação da estrutura leva à compactação das camadas de solo, que passam a apresentar *densidade aparente* elevadas (Primavesi, 1987; van Raij, 1991). Nestas condições, verifica-se aumento prejudicial da concentração de sais, incorporados através da adubação e da água de irrigação; e, para hortaliças de semeadura direta, oferecem resistência à germinação e desenvolvimento radicular (Lopez & Martin-Portugues, 1983). Bem como, o transplântio nas hortaliças, como técnica para fortalecer o sistema radicular das plantas, tem efeito insignificante ou nulo, pois as raízes encontram dificuldades para o desenvolvimento (Primavesi, 1987).

A densidade aparente (determinada pela quantidade dos espaços porosos e pelos sólidos do solo) varia de menos de $0,5 \text{ g/cm}^3$ de terra, para solos orgânicos, até valores próximos a 2 g/cm^3 , para solos arenosos compactados; os valores mais comuns estão entre $1,0$ a $1,4 \text{ g/cm}^3$, para solos minerais em geral, com valores mais altos para solos mais arenosos (van Raij, 1991), porque as partículas destes solos tendem a permanecer em contato íntimo (Buckman & Brady, 1974). A maioria dos solos argilosos, se não compactados, tem maior porosidade total mas, a microporosidade é predominante. Os Latossolos, no estado virgem, possuem 70% de porosidade, sendo 50% macroporos e o restante microporos (Resk, 1992). A elevação excessiva da microporosidade em solos cultivados, em relação á macroporosidade, em geral, está associada ao uso inadequado de mecanização e a uma redução no teor de matéria orgânica (Kiehl, 1985; van Raij, 1991). Quando isso acontece é importante a aplicação de matéria orgânica, que reduz a densidade aparente (Kiehl, 1985).

c) *Retenção de água, aeração e drenagem*

A textura é o parâmetro mais intimamente relacionado à capacidade de *retenção de água*, podendo-se afirmar que solos arenosos retêm menos água que os argilosos. Entretanto, há casos em que a estrutura é tão ou mais importante que a textura (Marouelli *et al.*, 1996). Por exemplo, a compactação do solo (< porosidade total e >densidade aparente) reduz a taxa de infiltração e a capacidade de armazenamento de água (Reichardt, 1987; Marouelli *et al.*, 1996). Convém destacar, que os solos de regiões tropicais (Oxisolos e Ultissolos), com teor de argila superior a 60%, porém com óxidos de ferro e alumínio em alto grau de agregação, apresentam menor capacidade de retenção de água, quando comparados a outros tipos de solos argilosos, devido a uma macroporosidade semelhante à de solos de textura moderadamente grossa (Fageria, 1989; Marouelli *et al.*, 1996). Alguns solos Podzólicos, apresentam um aumento dos teores de argila em profundidade, o que lhes confere, em alguns casos, uma condição muito favorável de suprimento de água às culturas (van Raij, 1991).

A diminuição da água disponível em solos cultivados, em geral, deve-se à perda gradativa de matéria orgânica, visto que a fração húmus da matéria orgânica pode reter 4 a 5 vezes mais água do que o seu próprio peso (Fontes, 1997). A prática de adição de matéria orgânica aumenta a capacidade de retenção de água do solo (Reichardt, 1987) e, solos muito argilosos tornam-se mais drenados (arejados), favorecendo uma maior penetração das raízes (Kiehl, 1985). A infiltração de água, em solos argilosos, também é favorecida, pois ocorre um aumento da macroporosidade na camada superficial (Primavesi, 1987). Em solos onde a água não penetra facilmente, é muito difícil irrigar as hortaliças por aspersão (Camargo, 1984). Em solos arenosos, a matéria orgânica promove a granulação, diminuindo a aeração excessiva (Mello *et al.*, 1984), ou seja, a elevada macroporosidade, que tornam as hortaliças mais suscetíveis a deficiências hídricas ocasionais.

A prática de hidroculturas tem demonstrado que as plantas podem desenvolver-se perfeitamente com suas raízes totalmente submersas, desde que seja permitida a *aeração* da solução nutritiva (Benincasa, 1984). O oxigênio, presente no ar do solo, é

necessário para a respiração das raízes, que fornece a energia (como ATP) requerida para o processo ativo de absorção iônica (Malavolta, 1987). Em condições de baixa aeração, a absorção de água (veículo de transferência de nutrientes do solo para a planta) pelas raízes torna-se deficiente, reduzindo a capacidade de alimentação das plantas (Kiehl, 1985); pois, a baixa taxa de O₂ diminui a taxa respiratória das células da raiz o que, por sua vez, vai afetar outros processos metabólicos, assim como a taxa de crescimento radicular (Meyer *et al.*, 1983). A raiz absorve o oxigênio do solo em forma dissolvida na água, mas a renovação do ar processa-se através dos poros livres de água, ou seja, os macroporos (Primavesi, 1987). As consequências anormais da insuficiente aeração no desenvolvimento das raízes, nas hortaliças é bastante perceptível na cenoura e beterraba (Buckman & Brady, 1974).

A falta de oxigênio ocorre quando: o solo está compactado ou adensado, com seus macroporos reduzidos; o solo, sob insolação direta, fica muito aquecido; os microorganismos têm sua atividade incentivada por uma decomposição de matéria orgânica verde ou de palha com nitrogênio adicionado; um solo seco for reumedecido, em razão do consumo de oxigênio e liberação de gás carbônico, com que saturam o ar do solo; e, se os solos são mal drenados (Primavesi, 1987).

Os solos dos tipos Aluviais e Gley Pouco Húmico, predominantes nas várzeas, apresentam *drenagem* moderada ou imperfeita, em virtude da posição topográfica que ocupam (Ranzani, 1979) e, a severidade das condições de anaerobiose são de acordo com a oscilação do lençol freático, pouco profundo (Vieira, 1975). Entre as culturas mais exigentes, quanto ao arejamento do solo, encontra-se a maioria das hortaliças (Ferreira, 1986) que, em várzea, são cultivadas em leiras altas, para permitir a drenagem das águas das áreas das raízes (Regina, 1986). Isto, em geral, é prática utilizada tão somente no período chuvoso e quando o lençol freático acha-se ainda bastante alto. O último autor afirma que, o uso frequente de enxada rotativa nas áreas de várzea, pela desestruturação que acarreta ao solo, facilita a compactação, reduz a aeração e provoca sujidade nos tubérculos, rizomas e raízes colhidas, obrigando à lavagem dos mesmos. Kiehl (1985) recomenda a aplicação contínua de fertilizantes orgânicos como recurso para melhorar a drenagem da terra.

Devido ao pouco tempo em que as áreas de várzea ficam descobertas (não inundadas), a espera pela decomposição de resíduos orgânicos indecompostos que, em solos encharcados é mais retardada, torna-se problemática, sendo mais adotada a adição de matéria orgânica já humificada. A roçagem das áreas, com a posterior queima da vegetação, antes do preparo para o plantio, é procedimento tradicionalmente utilizado nas várzeas.

As principais *propriedades químicas* influenciadas pela matéria orgânica são comentadas a seguir:

a) *Capacidade de troca de cátions (CTC)*

• A quantidade total de cátions retidos à superfície dos materiais (argilas, matéria orgânica humificada e óxidos de alumínio e de ferro) que compõem a fração coloidal do solo, constitui a *CTC* (Mello *et al.*, 1984). A matéria orgânica, apesar de ocorrer em teores bem mais baixos que a fração argila, é a principal responsável pela *CTC* de horizontes superficiais de solos, ou seja sua contribuição para a *CTC* é maior na parte do solo mais importante para a vida vegetal, próximo à superfície (van Raij, 1991; Silva *et al.*, 1994). Na Amazônia Central, verificou-se, em Latossolos e Podzólicos da Amazônia Central, que a matéria orgânica é a grande responsável pela *CTC*, principalmente para os horizontes de superfície. Por outro lado, no solo Gley Pouco Húmico a *CTC* parece estar mais relacionada à presença de minerais com elevada superfície interna (tipo 2:1 e 2:2), como a clorita, montmorilonita, vermiculita e outros (Alfaia, 1988). Especialmente nos solos de terra firme da Amazônia, que na sua maioria possuem fração mineral com baixa atividade, a matéria orgânica é de grande importância na fertilização, visando ao aumento da capacidade de retenção de cátions (Martins & Cerri, 1986). Isto adquire importância, principalmente, para as hortaliças cultivadas a céu aberto, tipo de cultivo predominante no Estado, porque a ocorrência de precipitações pluviais elevadas provoca a lixiviação de fertilizantes aplicados, devido a lavagem vertical do solo, até mesmo no período menos chuvoso, quando as chuvas acontecem, de forma imprevista, após a realização de irrigações.

b) *Disponibilidade de nutrientes*

A matéria orgânica afeta direta e indiretamente a *disponibilidade de nutrientes* para as plantas. Contém quantidades variáveis de elementos minerais e, à medida que se mineraliza, libera gradualmente elementos essenciais como N, P, K, S e micronutrientes (Lopes, 1989). No curso de sua mineralização, ajuda na solubilização de compostos minerais do solo (Malavolta, 1979). O nitrogênio é o nutriente mineral mais importante, do ponto de vista de quantidades existentes em plantas e, conseqüentemente, do ponto de vista econômico; só esse fato já seria suficiente para caracterizar a importância da matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes (van Raij, 1991). Deve ser destacado também o fornecimento de enxofre pela matéria orgânica, pois o Brasil não possui jazidas desse elemento e, por isso, milhões de dólares são gastos na sua importação (Kiehl, 1993). O principal valor da matéria orgânica não é como adicionadora de nutrientes ao solo, mas, através de sua ação indireta, na disponibilização de nutrientes e quelação de ions tóxicos (Fontes, 1997 ; Primavesi, 1987).

A adubação orgânica poderá ter um efeito significativo no fornecimento de micronutrientes, desde que empregada em doses acima de 10 t/ha (Ferreira *et al.*, 1993). Devido à sua função como condicionador do solo e ao aumento na eficiência dos fertilizantes minerais, deve-se fazer uso de todo material orgânico disponível na propriedade (Alcarde *et al.*, 1989).

d) *Poder tampão*

Poder tampão de uma substância é a propriedade que ela possui de resistir á uma mudança brusca do pH do meio em que se encontra (Kiehl, 1985). Geralmente o poder tampão é devido à quantidade de material coloidal, orgânico e inorgânico, que os solos contêm (Mello *et al.*, 1984). O poder tampão dos solos está diretamente relacionado com a CTC que, por sua vez, também está diretamente relacionada com o teor de matéria orgânica no solo (Fontes, 1997). Este autor afirma ainda que solos mais ricos em matéria orgânica são mais resistentes à mudanças de pH, o que implica

na necessidade de maior quantidade de calcário nos solos orgânicos, que nos solos minerais, para mudar seu pH.

Com relação aos efeitos sobre *as propriedades biológicas*:

A matéria orgânica fornece energia (carboidratos) para a macro e microfauna do solo, cujas atividades são fortemente afetadas pelo seu teor de matéria orgânica no solo (Fontes, 1997). Os organismos macroscópicos do solo, representantes da fauna, contribuem pouco para os processos biológicos mas, modificam o ambiente físico-químico influenciando a atividade microbiana. Por seu turno, a densidade e a atividade microbianas são favorecidas pelo retorno e incorporação de restos culturais e resíduos orgânicos diversos ao solo (Siqueira *et al.*, 1994). Atuando diretamente na biologia do solo, a matéria orgânica o mantém em estado de constante dinamismo, enquanto sistema vivo, contribuindo para o aumento da fertilização e produtividade das terras (Kiehl, 1985). Este autor afirma que a maioria dos microorganismos associada à matéria orgânica é benéfica às plantas.

Adubação orgânica

As hortaliças reagem muito bem à adubação feita com materiais orgânicos, com melhorias na produtividade e na qualidade dos produtos obtidos, especialmente em solos de baixa fertilidade (Angeletti & Fonseca, 1987). E, um dos primeiros cuidados que se deve ter na adubação dessas espécies, é com o uso adequado de adubos orgânicos. Quando aplicados no plantio, devem estar bem curtidos (totalmente humificados), para evitar danos às plantas; em sistemas de rotação, é preferível aplicar adubos orgânicos para plantas muito exigentes em nitrogênio, deixando culturas menos exigentes para plantios posteriores (Ferreira *et al.*, 1993). É recomendada a aplicação desses adubos, de forma localizada, nas dosagens apropriadas, visando tornar mais econômica a adubação orgânica. Também é importante lembrar que qualquer adubo orgânico torna-se mais fácil de manusear quando está bem seco (Makishima, 1992).

Os adubos orgânicos mais usados no Estado, por ocasião do plantio, são o esterco de galinha e o de gado bovino. Há evidências de que o esterco de gado pode introduzir sementes de invasoras, como a tiririca, em áreas isentas destas e, por conta disso, o esterco de galinha vem sendo preferido. Em relação ao esterco de gado, um detalhe importante é a certificação de que não foi usado herbicida com alto poder residual na pastagem (Ricci, 1996) e, que esta não seja infestada por esse tipo de invasora. Angelleti & Fonseca (1987) recomendam os estercos curtidos de bovinos, ovinos e caprinos e fazem restrições aos de equinos e suínos para hortaliças, porque o primeiro pode transmitir tétano e o segundo se decompõe muito lentamente. O composto orgânico e o húmus de minhoca são também fertilizantes orgânicos para as hortaliças. Os compostos de resíduos orgânicos de lixo urbano, resíduos de esgoto e industriais, por apresentarem facilidade de contaminação, não são indicados para uso em hortaliças (Milanez *et al.*, 1986). Em alguns países, o lodo de esgoto é tratado para eliminação de metais pesados e organismos prejudiciais que afetam o homem e a planta, antes de chegar a ser usado como adubo (Osaki, 1991). No Brasil, Cravo (1995) observou acúmulo de metais pesados na parte aérea e raízes de alface adubada com compostos de lixo urbano e concluiu que essa fonte de matéria orgânica não é apropriada para adubação de olerícolas. Cravo *et al* (1998) analisaram compostos de lixo urbano de várias capitais brasileiras, encontrando teores muito elevados de metais pesados. Esses autores são da opinião de que esse tipo de matéria orgânica não deva ser utilizada para adubação de hortaliças em geral, para não colocar em risco a saúde de seus consumidores.

A eficiência da adubação orgânica pode ser aumentada se (Comissão... 1989b):

- a) as perdas, que geralmente ocorrem durante o processo de cura (fermentação) dos estercos, forem diminuídas através do uso de camas de material com bom poder de absorção, em quantidade suficiente e renovada com frequência;
- b) o superfosfato simples for adicionado aos excrementos animais (esterco de curral com cama = 500 g de superfosfato simples/animal/dia; estábulo de engorda e aviário = 30 g de superfosfato simples/m², duas vezes por semana). O gesso agrícola pode ser adicionado em substituição ao superfosfato simples (enriquecimento com fósforo,

enxofre e cálcio), sem, entretanto, enriquecer o produto final com fósforo. Esses produtos se combinam com a amônia (que se perderia durante a fermentação), formando compostos que permanecem no esterco e irão fertilizar o solo (Adubação... 1991). Em se tratando do processo de preparo do composto orgânico, deve-se misturar calcário, fosfato natural e cinzas aos resíduos de culturas, palhadas e outros (Comissão... 1989b).

Parte dos fertilizantes recomendados pela análise do solo pode ser substituída pelo esterco, com base no teor dos nutrientes contidos nesse esterco (Milanez *et al.*, 1986). Para isso e para exercício de cálculo pode-se usar o seguinte exemplo:

Supondo-se que a recomendação de adubação para determinada hortaliça seja de 80 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O e, que os teores de macronutrientes no esterco a ser aplicado sejam de 1% de N (que corresponde a 10 kg/t), 0,8% de P_2O_5 (8 kg/t) e 0,4% de K_2O (4 kg/t).

Exemplo de cálculo da quantidade de esterco necessária, para satisfazer a recomendação: nitrogênio ($80 \text{ kg/ha} \div 10 \text{ kg/t} = 8 \text{ t}$); fósforo ($80 \text{ kg/ha} \div 8 \text{ kg/t} = 10 \text{ t}$) e potássio ($50 \text{ kg/ha} \div 4 \text{ kg/t} = 12,5 \text{ t}$). Se for escolhida a dose de esterco obtida (8 t de esterco) a partir do cálculo pelo teor de N, os nutrientes supridos seriam: N ($10 \text{ kg/t} \times 8 \text{ t} = 80 \text{ kg}$, toda a quantidade necessária); P_2O_5 ($8 \text{ kg/t} \times 8 \text{ t} = 64 \text{ kg}$, faltam 16 kg) e K_2O ($4 \text{ kg/t} \times 8 \text{ t} = 32 \text{ kg}$, faltam 18 kg). O restante do fósforo e potássio poderia ser fornecido por fontes minerais como o superfosfato triplo ou simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Outra forma, menos utilizada, é aplicação em área total. Num destes casos, desejando-se aumentar o nível de matéria orgânica de um solo com 25 g/dm^3 para 40 g/dm^3 , utilizando-se o esterco bovino (57% de matéria orgânica), quantas toneladas por ha devem ser incorporadas de 0 a 20 cm? Conforme Lopes & Guidolin (1989):

Pela diferença ($40 \text{ g/dm}^3 - 25 \text{ g/dm}^3$) deve-se adicionar 15 g/dm^3 . Sabendo-se que: $1 \text{ ha na camada de 0 a 20 cm} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ m} = 2000 \text{ m}^3 = 2.000.000 \text{ dm}^3$, tem-se: $15 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ dm}^3$

$x \rightarrow 2.000.000 \text{ dm}^3 \therefore x = 30 \text{ t/ha}$ de esterco. Corrigindo-se (esterco bovino tem 57% de matéria orgânica)

Adição de matéria orgânica indecomposta ao solo

Nas condições de clima quente e úmido, a decomposição da matéria orgânica do solo se dá mais no sentido da mineralização do que da humificação e requer quantidades elevadas de material orgânico para produzir uma quantidade relativamente pequena de compostos húmicos (Martins & Cerri, 1986). Nesses solos, quando os períodos de descanso das áreas não permitem uma adequada regeneração da fertilidade, a produtividade pode ser favorecida pela manutenção de sua estrutura, por meio da incorporação periódica de matéria orgânica indecomposta que servirá à formação de polissacarídeos pelos microorganismos, e outros polímeros orgânicos, que são agentes ligantes, eficazes na formação de grumos e na agregação dos solos (Primavesi, 1987; Resk, 1992). Embora a acumulação de húmus não seja favorecida, em solo agrícola tropical intensivamente cultivado, Kiehl (1993) cita que, mesmo uma modesta dose de húmus pode contribuir para a planta absorver nutrientes. Em se tratando das hortaliças, os solos intensivamente cultivados, se vão empobrecendo em matéria orgânica e os restos culturais incorporados ao solo não compensam as perdas, em consequência dos cultivos (Paterson & Ede, 1970).

As plantas mais indicadas para recuperar a bioestrutura do solo são gramíneas em mistura com leguminosas, através da incorporação subsuperficial, de modo a ocorrer decomposição aeróbica (Primavesi, 1987). Em solos bastante cultivados com hortaliças, o efeito da fertilidade residual possibilita o desenvolvimento das leguminosa e gramíneas para incorporação (Paterson & Ede, 1970), medida essa que poderá induzir o surgimento de uma microvida, capaz de formar agregados estáveis em água. O corte pode ser precoce ou tardio, porém, se as plantas forem cortadas quando maduras, devido à maior quantidade de celulose e lignina, a produção de húmus pode ser favorecida; mas, a incorporação é mais difícil e a decomposição é mais lenta

(Kiehl, 1985). Em geral, a época de corte mais usada é quando a cultura atinge 50% de florescimento, o que previne, também, que o ciclo se complete e ocorra germinação indesejável de novas sementes. A espécie a ser utilizada como adubo verde depende muito da cultura que será instalada após, ou intercalar a esta; além disso, outros fatores devem ser considerados tais como o clima, tipo de solo, declive do local e outros (Trani, 1986).

Os sistemas de preparo do solo que destroem sua estrutura contribuem para o rápido esgotamento da matéria orgânica, pois mesmo havendo excelente adição de carbono, não há condições para que se formem macroagregados, onde a matéria orgânica fica protegida fisicamente e, neste sentido, implementos como enxada rotativa e grade pesada são os menos recomendados (Resk *et al.*, 1991). Quando não for possível a incorporação subsuperficial mecanizada da matéria orgânica não decomposta, a massa mista de gramíneas e leguminosas pode ser deixada na superfície do solo (Primavesi, 1987). Neste sentido, Trani (1986) cita que o simples corte das plantas, deixando-as sobre o terreno como cobertura morta, também é considerada como uma maneira de adubação verde.

Outros (Cupinzeiros e cinzas vegetais)

Oliveira (1998) afirma que os cupinzeiros e as cinzas vegetais são alternativas para a produção de hortaliças nos solos pobres e ácidos de terra firme da Amazônia, tendo sido constatados bons resultados com espécies folhosas nas doses de 8 kg de cupinzeiros e 4 kg de cinzas vegetais por metro quadrado, aproximadamente. O uso sugerido pelo autor deve ser em áreas bem pequenas.

Adubação mineral

Na adubação mineral de cultivos que ocupam o solo rapidamente, como é o caso das hortaliças, além das quantidades totais dos nutrientes a serem aportadas ao solo, são muito importantes serem levados em consideração os seguintes aspectos: a)

o tempo muito reduzido, durante o qual são absorvidos os nutrientes; e, b) a urgência das necessidades nutricionais, em determinados momentos, em vez das quantidades absorvidas (Vivancos, 1984; Gros, 1981). Devido a isso é necessário criar um meio nutritivo capaz de atender, em curto espaço de tempo, as necessidades específicas das culturas, pensando mais na espécie do que no solo (Filgueira, 1972). Os adubos minerais apresentam concentrações elevadas de nutrientes, em forma facilmente absorvível pelas plantas (Makishima, 1993). Geralmente, a fertilidade natural do solo não satisfaz as altas exigências das hortaliças e, por isso, a adubação química deve fornecer todos os macronutrientes e, também, alguns micronutrientes, em alguns casos (Filgueira, 1972).

Assim, para a adubação das diferentes espécies de hortaliças, é de fundamental importância o conhecimento da fertilidade do solo do local onde será feito o plantio (Camargo, 1984). Mesmo sabendo-se que os solos de terra firme do Estado são de baixa fertilidade, no caso das explorações olerícolas, onde as áreas são intensivamente cultivadas e sempre existem efeitos de fertilizações anteriores, recomenda-se as dosagens constantes nas tabelas subsequentes conforme os níveis dos nutrientes a serem revelados pelas análises químicas de amostras desses solos.

Os resultados das análises são interpretados como segue:

Classificação	Níveis
<i>Fósforo disponível</i>¹	mg/dm³ de P
Baixo	0 a 5
Médio	6 a 10
Alto	maior que 10
<i>Potássio disponível</i>²	mg/dm³ de K
Baixo	0 a 30
Médio	31 a 60
Alto	maior que 60

¹ Ingle (1980); ² Angelletti & Fonseca (1987).

Em se tratando de adubos simples, a quantidade a ser aplicada é calculada multiplicando-se por 100 a quantidade do nutriente a ser fornecida e, dividindo-se o total obtido pelo teor do nutriente contido no adubo escolhido, conforme a equação abaixo (fórmula A):

$$\frac{\text{quantidade do nutriente} \times 100}{\text{teor do nutriente contido no adubo escolhido}} = \text{quantidade do adubo simples a ser aplicada}$$

Os macronutrientes P, K e N

Fósforo

No caso do fósforo, considerando o rápido crescimento das plantas e, conseqüentemente, a pronta exigência de P pelas hortaliças, são indicados os adubos fosfatados solúveis, como é o caso do superfosfato triplo e superfosfato simples

(Paterson & Ede, 1970). Apesar das plantas consumirem menor quantidade de fósforo do que potássio e nitrogênio, as recomendações, em geral, são de que as quantidades de fósforo para qualquer cultura, na época do plantio, sejam superiores às dos outros nutrientes essenciais, devido ao baixo aproveitamento do fósforo, em decorrência das perdas causadas pelo fenômeno de fixação (Osaki, 1991). Estima-se que o índice de aproveitamento do nitrogênio seja de 70% a 90%, do fósforo seja de 5% a 20% e do potássio de 50% a 70% (Alcarde *et al.*, 1989). Em geral, o superfosfato simples é o mais recomendado porque fornece, também, outros macronutrientes importantes para as hortaliças que são o enxofre e o cálcio. Entretanto, na escolha da fonte de fósforo é importante ser considerado o preço dos produtos no mercado, com base nos teores de P_2O_5 , que é o indicativo da riqueza do fertilizante em fósforo. Se houver conveniência técnica, deve ser dada preferência para aquele adubo, cuja unidade de P_2O_5 seja menos dispendiosa. Os adubos fosfatados solúveis (superfosfatos) devem ser aplicados em faixas localizadas ao lado ou abaixo da linha de desenvolvimento das raízes, e pouco misturados com o solo, para aumentar a eficiência de utilização (Malavolta, 1979). Porém, os adubos fosfatados menos solúveis têm a utilização melhorada ao serem bem misturados ao solo (Mascarenhas & Makishima, 1977). Os melhores resultados, com aplicações localizadas de fósforo, são obtidos em plantas como a cebola e alho, que normalmente apresentam raízes espessas, com pouca ramificação, ou presença de pelos absorventes e, ainda, com poucas raízes atingindo mais de 15 cm de raio em torno do bulbo (Coutinho *et al.*, 1993). O tomateiro e a cebola têm respondido melhor ao fósforo colocado diretamente abaixo da semente ou da muda (Lopes, 1989). Os fosfatos são os únicos adubos que, colocados na linha de semeadura, não prejudicam a germinação (Primavesi, 1987). As hortaliças são muito exigentes em fósforo, principalmente em dois momentos: durante a germinação e a formação da plântula, e, posteriormente, durante o período de frutificação (Figueira, 1972).

Potássio

O cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante potássico mais empregado e mais econômico (Fageria, 1989; Kimoto, 1993), devido à maior concentração de K_2O , o que diminui o custo de transporte. Convém ressaltar que o KCl é também fonte do micronutriente cloro. Alguns autores recomendam o parcelamento da aplicação desse fertilizante durante o desenvolvimento da cultura, o que deve ser adotado principalmente em solos de textura arenosa pois, nesses solos, a capacidade de retenção de umidade é baixa, podendo ocorrer lixiviação (perda para o subsolo) desse nutriente, porque a quantidade de chuvas na região é alta. Embora os Latossolos da região sejam de textura argilosa eles são bem drenados, devido à presença de microagregados em sua estrutura, comportando-se como se fossem solos arenosos, havendo a necessidade de parcelamento da aplicação de potássio para evitar a perda por lixiviação (EMBRAPA, 1989). Provavelmente, devido ao comportamento de solos semelhantes, Osaki (1991) e Malavolta (1979) recomendam que as hortaliças sejam adubadas com potássio em diversas ocasiões durante o seu desenvolvimento, independente do solo onde estão sendo cultivadas.

Os adubos potássicos não devem entrar em contato direto com as sementes ou com as raízes das mudas, para evitar a queima das mesmas pela alta concentração de sais que dispõe (Malavolta, 1979), o que não ocorre quando são bem incorporados e as dosagens e irrigação são adequadas. Embora possam ser aplicados à lanço em área total, as aplicações localizadas e incorporadas são mais eficientes (Alcarde *et al.*, 1989). Este tipo de aplicação concentra o nutriente, permitindo um crescimento prematuro e rápido (Lopes, 1989), importante para as hortaliças que, em geral, têm o sistema radicular pouco desenvolvido (Camargo, 1984). Adubos salinos, quando em excesso, aumentam de tal forma a pressão osmótica que a absorção de água pela semente, ou pela planta, fica prejudicada; esse dano pode ser evitado colocando-se o adubo ao lado, a uma distância tal que a concentração fique abaixo da que prejudicaria a germinação ou crescimento normais (Mascarenhas & Makishima, 1977).

Nitrogênio

A adubação mineral com nitrogênio, em geral, é realizada em cobertura e de forma parcelada. Em alguns casos, os adubos nitrogenados são aplicados em pequenas quantidades no plantio, para evitar perdas por lavagem e danos às mudas e sementes; a outra maior parte, deve ser aplicada em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com os períodos de maior exigência da espécie (Coutinho *et al.*, 1993). Em geral, um dos critérios usados para definir o primeiro momento da aplicação dos adubos nitrogenados é o desenvolvimento do sistema radicular. Quando as raízes estiverem bem desenvolvidas devem ser feitas as aplicações pois, mesmo havendo condição propícia para lixiviação, essas raízes irão absorvê-lo, evitando sua perda (Osaki, 1991). No caso de mudas produzidas em copos de plástico, estando estas bem "duras," e levadas para o local definitivo com o torrão, as raízes já estão com bom desenvolvimento. Neste caso, uma fração do nitrogênio mineral recomendado pode ser aplicado no plantio, junto com o adubo orgânico, se este for aplicado em doses reduzidas, pois contribui para acelerar o crescimento inicial das plântulas. Outro cuidado que deve ser tomado quando do uso do adubo nitrogenado, é evitar a aplicação em solos muito secos ou muito encharcados porque, como esses fertilizantes são muito solúveis em água, a falta ou excesso deste líquido traz prejuízos aos efeitos esperados (Malavolta, 1979).

Para fornecimento de nitrogênio às plantas as fontes mais comercializadas no Brasil são a uréia e o sulfato de amônio e, em menores quantidades, o nitrato de amônio e nitrocálcio. Entre a uréia e sulfato de amônio, o mais indicado para as condições Amazônicas (solos ácidos) é a uréia, pois tem menor efeito acidificante que o sulfato de amônio, além de ter maior concentração de nitrogênio por unidade do fertilizante. Entretanto, quando o sulfato de amônio é utilizado junto com um adubo fosfatado solúvel, e aplicado em faixa, verifica-se nesta área, uma grande proliferação de raízes e maior absorção de fósforo (Mascarenhas & Makishima, 1977). A uréia, quando aplicada em cobertura, em superfícies sem vegetação ou cobertura morta, está sujeita a perda por volatilização, devendo ser incorporada sub-superficialmente ao

solo, para diminuir este problema (Malavolta, 1979; Osaki, 1991). Por isso, antes da aplicação do adubo deve-se realizar a escarificação do solo, prática utilizada em hortaliças para descompactar a camada superficial do solo pois, em um solo compactado ou cheio de torrões, as fendas abertas para colocação dos adubos não se fecharão e a eficiência da incorporação fica prejudicada. No caso de aplicação foliar, esta deve ser criteriosa devido a possibilidade de injúrias às plantas pois, na uréia, há presença de um composto conhecido por biureto, que é tóxico (Mello, 1987).

Por outro lado, em certas situações, onde haja maior interesse no fornecimento de enxofre, o sulfato de amônia pode fornecer, em média, 23% deste nutriente mas, é um adubo que não deve ser aplicado seguidamente, para evitar a acidificação do solo (Osaki, 1991). Nas condições do estado do Amazonas, a utilização do sulfato de amônia como fonte de N, em solos de várzea que são deficientes em nitrogênio e, em algumas situações, em enxofre (Wang *et al.*, 1976), é justificada, pois de acordo com Alfaia & Falcão (1993) e Alfaia & Oliveira (1997), grande parte desses solos possuem bons níveis de Ca e tem reação menos ácida que os solos de terra firme. Por exemplo, as brássicas são muito exigentes em enxofre, produzindo melhor quando são utilizados adubos contendo este nutriente (Filgueira, 1972). As combinações sulfato de amônio e superfosfato triplo ou uréia e superfosfato simples são indicadas para garantir o suprimento de enxofre às plantas (Universidade..., 1993). O sulfato de amônio e a uréia são as fontes de nitrogênio, indicadas por Osaki (1991), para solos pouco arejados, condição constatada em várzeas quando o lençol freático está alto e no período de elevada precipitação pluvial. No entanto, convém ressaltar que em alguns trabalhos com culturas anuais, tanto em solo de terra firme como em solo de várzea, a uréia foi melhor utilizada do que o sulfato de amônio e, com relação ao N no solo, a imobilização do fertilizante na forma de uréia também foi maior (Alfaia & Oliveira, 1997).

Formulações NPK

As fórmulas NPK são misturas de fertilizantes simples, preparados com determinados teores de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O). Pode ocorrer que acompanhem, também, macronutrientes secundários e micronutrientes. As fórmulas NPK não são a forma mais eficiente de adubar porque não atendem aos casos específicos e, podem provocar desequilíbrios nutricionais, quando a mesma fórmula é usada prolongadamente.

Para utilização dessas fórmulas, inicialmente deve-se estabelecer a relação de nutrientes recomendada e procurar uma fórmula que possa atender tal recomendação. Isto no comércio local torna-se bastante difícil de se realizar devido às poucas opções no tocante a variedade de fórmulas comercializadas.

Entretanto, em geral, duas fórmulas são bastante utilizadas em hortaliças, a 5-10-5 e a 4-14-8. Makishima (1993) faz recomendação genérica para hortaliças, em solos com média fertilidade, de 200 g a 300 g por m², por m de sulco ou por cova dessas fórmulas.

Micronutrientes

Os micronutrientes são nutrientes requeridos em quantidades muito pequenas para o crescimento das plantas. Atualmente, nove elementos são listados por Malavolta *et al.* (1991) como micronutrientes: Boro, Cloro, Cobalto, Cobre, Ferro, Manganês, Molibdênio, Níquel e Zinco. O Sódio e o Silício ainda encontram-se na lista para confirmação como micronutrientes (Malavolta *et al.*, 1991; Dechen *et al.*, 1991). Os micronutrientes entram, em média, na faixa de 0,05 ppm (Ni) a 100 ppm (Cl e Fe) na matéria seca das plantas (Malavolta *et al.*, 1991).

Vários micronutrientes são, em condições de campo, potencialmente problemáticos para as hortaliças mas, o boro e o molibdênio são aqueles associados, com maior frequência, às carências nutricionais nessas culturas (Coutinho *et al.*, 1993). As brássicas e leguminosas são as mais exigentes em molibdênio (Dechen *et al.*, 1991).

O cloro é o micronutriente de essencialidade conhecida mais recentemente, e o mais absorvido pelas plantas, sendo fornecido através de diferentes fontes, e por isso, é muito mais frequente a toxicidade do que a deficiência sendo difícil de ser conseguida em condições normais de experimentação (Melo & Lemos, 1991; Dechen et al., 1991). Entretanto, o seu excesso, devido ao uso de cloreto de potássio, pode ser problema sério em culturas como as da batata e da alface, causando amarelecimento e abscisão prematura das folhas (Mengel & Kirkby, 1987). O cobalto tem sido mais relacionado com gramíneas (Primavesi, 1987) e com a nodulação de leguminosas (Volkweiss, 1991). O níquel, em minúsculas quantidades, desempenha um papel de essencialidade em processos metabólicos de animais, inclusive seres humanos, e plantas superiores (McGrath & Smith, 1990). Entretanto, conforme esses mesmos autores, quando absorvido em quantidades um pouco mais elevadas, torna-se tóxico para as plantas e animais, tendo efeito cancerígeno para seres humanos.

Algumas características do solo são importantes para a previsão de deficiências de alguns micronutrientes, no geral, já bastante estudados:

Micronutrientes catiônicos (Cobre, Ferro, Manganês e Zinco):

Em solos arenosos, deficiências de Cu, Mn e Zn são frequentes. Solos ricos em fósforo naturalmente, ou pelas adubações pesadas com fósforo, estão sujeitos à deficiência de Fe, Mn e Zn (Haag *et al.*, 1982; Osaki, 1991). Por outro lado, íons de Fe e Mn, em grande quantidades, podem reduzir a disponibilidade de Cu (Tisdale & Nelson, 1977). A deficiência de Cu é bastante comum em solos orgânicos (teor de matéria orgânica de 20 % a 30 %, no mínimo), onde é retido na forma de complexos muito estáveis, não ficando disponíveis às plantas (Comissão..., 1989a; Osaki, 1991). Em solos com pH elevado (naturalmente ou por excesso de calagem) podem ocorrer deficiências de Cu, Fe, Mn e Zn (Haag *et al.*, 1982; Ferreira & Cruz, 1991; Bataglia, 1991; Borkert, 1991; Souza & Ferreira, 1991). Excessos de Fe e de Mn podem ocorrer em solos encharcados (hidromórficos), devido ao fenômeno de oxi-redução que ocorre em condições de hidromorfismo dos solos, elevando a níveis tóxicos os teores

disponíveis desses elementos (Bataglia, 1991; Borkert, 1991). Convém ressaltar que os solos das áreas de várzeas apresentam condições hidromórficas (Vieira, 1975), e são ricos em ferro e manganês, mas não existem dados que mostrando problemas de toxidez por esses elementos (Alfaia & Falcão, 1993).

Micronutrientes aniônicos (Boro e Molibdênio):

Em geral, as deficiências de B ocorrem em solos arenosos, em solos ácidos ou, ainda, em solos ricos em Ca (naturalmente ou por excesso de calcário). Solos muito argilosos adsorvem fortemente o B e podem dificultar a absorção pelas plantas (Tisdale & Nelson, 1977). Condições de elevada precipitação pluvial ou de pesadas irrigações, ou de seca prolongada, favorecem a deficiência de B. Em se tratando do molibdênio, as deficiências ocorrem mais freqüentemente em solos ácidos e de textura arenosa (Osaki, 1991; Mesquita Filho, 1997). O Mo é o único micronutriente, cuja disponibilidade no solo aumenta com a elevação do pH do solo e, teores elevados de Al e Fe apresentam efeito prejudicial á sua disponibilidade para as plantas (Haag *et al.*, 1982).

Embora seja comum o uso intensivo de matéria orgânica no cultivo de hortaliças, considerada ótima fonte de micronutrientes, em situações de escassez deve-se efetuar aplicações preventiva de micronutrientes, em casos de culturas exigentes. Em culturas como as hortaliças, em que os custos de adubação com micronutrientes são insignificantes, em relação ao valor da produção, muitos agricultores usam a adubação de segurança (preventiva) incluindo vários ou todos os micronutrientes, em sistema de adubação onde análises de solos ou de plantas não são usadas (Lopes, 1991; Volkweiss, 1991). A aplicação de doses elevadas de calcário requer a adubação preventiva com micronutrientes.

As fontes inorgânicas de micronutrientes, as mais baratas, incluem minérios de ocorrência natural, óxidos manufaturados e sais metálicos como nitratos, cloretos e sulfatos; os sulfatos são as fontes mais comuns de sais micronutrientes na forma cristalina ou granulada (Virgiliis & Ponchio, 1984).

Além desses compostos, existem no comércio, dois tipos de produtos que fornecem micronutrientes: *Quelados* ou *quelatos*, obtidos da combinação dos micronutrientes com compostos orgânicos, conhecidos como agentes quelantes, que envolvem os nutrientes colocando-os à disposição das plantas, gradativamente (Osaki, 1991). São usados tanto na aplicação ao solo como na foliar (Virgiliis & Ponchio, 1984). E, as *fritas*, silicatos complexos obtidos pela fusão de silicatos ou fosfatos com uma ou mais fontes simples de micronutrientes, chamados de "frited trace elements", origem da sigla FTE, e por serem insolúveis em água, são adequadas para aplicação no solo, onde se dissolvem mais ou menos lentamente (Volkweiss, 1991). Algumas autores (Ynama & Primavesi, 1973) recomendam uso de FTE em hortaliças. Deduz-se que, devido ao ciclo rápido das hortaliças, as fontes mais solúveis são preferidas mas, deve-se considerar também os efeitos residuais para novos cultivos. Tanto o cobre quanto o zinco apresentam significativo efeito residual (Lopes, 1991). Em solos onde haja a suspeita de deficiência de determinado micronutriente, a aplicação de modo preventivo de um óxido silicatado do micronutriente, pouco solúvel e que lentamente será solubilizado, é uma estratégia que, em certas situações, pode ser utilizada com hortaliças.

Adubação com micronutrientes

A correção ou prevenção de deficiências de micronutrientes pode ser feita por via foliar. Preventivamente, entretanto, a forma mais correta é o fornecimento de nutrientes via solo. Por exemplo, no caso do tomateiro, quando há deficiência de boro, o sistema radicular é afetado em primeiro lugar e, mesmo com aplicações nas folhas, a planta continuará sofrendo as consequências da falta de nutrientes, comprometendo a produção (Magalhães *et al.*, 1981).

A eficácia do tratamento foliar depende de vários fatores (Camargo & Silva, 1975), que são detalhados em trabalhos específicos sobre este assunto. Entretanto, é importante atentar para o fato de que, apenas a absorção foliar do nutriente não é suficiente para que a deficiência seja corrigida, é preciso sua translocação dentro da

planta. Neste sentido sabe-se que o zinco, cobre, manganês, ferro e molibdênio são parcialmente móveis enquanto o boro é pouco móvel (Boareto & Rosolem, 1987). Portanto, é esperada maior eficácia das aplicações na correção de deficiências dos primeiros do que no caso do boro. Murayama (1977) recomenda que, em solos mais sujeitos à falta de boro, deve-se adubar com este micronutriente ao plantio e realizar pulverizações foliares. Por outro lado, a absorção foliar é dificultada em folhas com cerosidade como as de repolho (Filgueira, 1972), havendo necessidade da adição de espalhante adesivo (Matuo, 1989). O estado de hidratação da folha também é importante porque as folhas murchas são quase impermeáveis à penetração de soluções aquosas; bem como, a absorção é muito mais intensa nas folhas novas do que nas velhas (Camargo & Silva, 1975).

As dosagens aqui indicadas (Tabela 1) são gerais e não têm causado problemas para muitas espécies de hortaliças, quando a pulverização foliar é realizada com umidade relativa do ar acima de 60%. O ar muito seco favorece a rápida evaporação e aumenta a concentração dos solutos a níveis tóxicos, com formação de resíduos que queimam as folhas (Camargo & Silva, 1975). Entretanto, o teste preliminar em pequena parcela é uma medida apropriada, como também não realizar aplicações nas horas mais quentes do dia (Boareto & Rosolem, 1987). O solubor, os sulfatos e os molibdatos são os mais solúveis e adequados para aplicação na forma de solução, bem como na forma sólida (Volkweiss, 1991).

Tabela 1. Fontes de micronutrientes, teor aproximado e concentração de soluções para adubação foliar de hortaliças com micronutrientes.

Micronutriente	Fonte	Teor aproximado (%)	Concentração g/ 10 l
Boro	Ácido bórico/ bórax/ solubor	17/ 11/ 20	30
Cobre	Sulfato de cobre	25	20
Ferro	Sulfato de ferro	19	60
Manganês	Sulfato de manganês	26-28	40
Molibdênio	Molibdato de sódio / molibdato de amônio	39-48	05
Zinco	Sulfato de zinco	23	25

Fonte: Boaretto & Rosolem (1987); Volkweiss (1991).

Convém ressaltar, que o uso de certos produtos químicos contendo cobre, manganês e zinco, utilizados como fungicidas, constituem considerável fonte destes e podem, inclusive, conduzir a excessos desses micronutrientes (Castellane *et al.*, 1991).

Os comentários de alguns autores (Bataglia, 1991; Barbosa Filho, 1991; Castellane *et al.*, 1991; Volkweiss, 1991) sobre a adubação foliar, total ou suplementar, com alguns micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) são resumidos a seguir. As aplicações de Cu no solo se situam entre 1 a 7 kg/ha de Cu e a fonte mais utilizada é o sulfato de cobre mas, devido ao alto poder residual, se aplicado continuamente no solo, além das necessidades das plantas, pode conduzir à toxicidade (quando a quantidade de Cu excede 5% da capacidade de troca de cátions); como a adubação foliar tem efeito residual praticamente nulo, 2 a 3 pulverizações de solução contendo este micronutriente podem evitar novas aplicações via solo e, em hortaliças que florescem suspender antes da floração. O Zn, frequentemente, é aplicado dessa forma (1 ou 2 vezes) porque, também, tem acentuado efeito residual.

O Mn e o Fe, especialmente o último, devido à pouca eficiência das fontes solúveis no solo, tornam preferível a adubação foliar (repetida algumas vezes a intervalos de 7 a 14 dias) mas, em algumas situações o Mn é aplicado ao solo (2 a 10 kg/ha). O boro, também, é fornecido, suplementarmente, via foliar.

Formas de aplicação de fertilizantes no plantio

A lanço

A aplicação de fertilizantes a lanço é a forma usada em canteiros, onde são cultivadas hortaliças definitivas (não transplantadas) em fileiras cerradas e espécies com pequenos espaçamentos e de sistema radicular superficial. Após o preparo dos canteiros, os adubos são distribuídos a lanço, na superfície, para serem incorporados na profundidade de 0-15 cm (Angeletti & Fonseca, 1987). Na alface e cenoura, bons resultados foram obtidos quando os adubos foram aplicados a lanço e incorporados até às profundidades de 7,5 cm e 13 cm, respectivamente (Mascarenhas e Makishima, 1977). As culturas que devem ser adubadas a lanço são: alface, chicória, almeirão, salsa, coentro, couve-flor, mostarda, rúcula, agrião, cebola, cebolinha, cenoura, beterraba e rabanete. Embora a adubação a lanço seja uma forma muito usada para a cebola, não é a mais adequada, pois, esta responde melhor quando a aplicação é feita, de forma localizada diretamente abaixo da muda (a 7,5 cm de profundidade), nos sulcos de plantio (Magalhães, 1993). Para isto, são feitos pequenos sulcos longitudinais em canteiros previamente preparados (Angeletti & Fonseca, 1987; Makishima, 1993).

Em sulcos

O adubo é distribuído no fundo do sulco de plantio e incorporado a uma profundidade tal que, posteriormente, fique disponível à maior parte do sistema radicular das plantas (Angeletti & Fonseca, 1987). Esta forma é indicada para as

seguintes hortaliças: repolho, couve-de-folha, couve-flor, brócolos, feijão-de-vagem, feijão-de-metro, pimentão, tomate, berinjela, jiló, pepino, quiabo, cará e taioba.

Em leiras

A aplicação é feita em sulcos abertos na parte superior das leiras, seguida de incorporação (Makishima, 1993). Recomendada para batata-doce e para diversas hortaliças, no período chuvoso, visando escape à excessiva umidade do solo. No estado do Amazonas, o cultivo em leira é muito utilizado em brássicas, solanáceas, fabáceas e outras.

Em covas

Para adubação em covas (20 cm-30 cm, de lado e de profundidade), que é o sistema usado para hortaliças que requerem grandes espaçamentos, os adubos devem ser misturados à terra da camada superior do solo, para enchimento das mesmas (Angeletti & Fonseca, 1987) e, em certos casos, aplicados com antecedência ao dia do plantio (Camargo, 1984). A terra da superfície também deve ser recolocada (Makishima, 1992).

Recomendações básicas de adubação

Adubos orgânicos

As quantidades adiante recomendadas de adubação orgânica para as diferentes espécies de hortaliças referem-se ao esterco de galinha mas, no caso de serem utilizados outras fontes, como esterco de gado e composto orgânico, as quantidades devem corresponder ao dobro. Entretanto, deve-se analisar a disponibilidade de adubo orgânico e, à luz da realidade local equacionar o seu uso. Para humus de minhoca, Ricci (1996) recomenda seguintes doses: 200 g/cova ou 300 g/m de sulco ou 1 kg/m² de canteiro para hortaliças de folhas e legumes; e 200-400 g/cova para abóbora, melão, melancia e pepino.

Quantidades dos adubos minerais simples

Os padrões de fertilidade para os nutrientes P e K e as recomendações de P_2O_5 e K_2O por grupos de espécies de hortaliças, encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 a seguir. Após cada tabela são apresentados cálculos relativos a um dos níveis de fertilidade, da respectiva tabela, no tocante à aplicação de adubos simples (fórmula A, vide item "adubação mineral") seguindo-se recomendações sobre o uso dos demais nutrientes.

Brassicáceas

Tabela 2. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P_2O_5 e K_2O para adubação mineral de brassicáceas (couve-de-folha, couve-flor e repolho).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ao plantio ²	
		P_2O_5	K_2O
P (mg/dm ³) ¹	K(mg/dm ³) ¹		
Repolho e couve- flor		(a)	(a)
Até 10	Até 30	400	320
11 a 20	31 a 60	320	240
> 20	> 60	240	160
Couve-de-folha		(b)	(b)
Até 10	Até 30	300	220
11 a 20	31 a 60	220	160
> 20	> 60	140	100

¹ Determinado pelo método de Mehlich

² Fonte: (a) Giordano *et al* (1997); (b) Sugestão.

-Para os cálculos de adubação, a densidade populacional de plantas das brassicáceas deverá ser baseada no espaçamento de 1,0 m X 0,5 m.

Adbos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculos das quantidades desses adubos para repolho e couve-flor (baixa fertilidade):

1. Superfosfato simples

$$\frac{400 \times 100}{20} = 2.000 \text{ kg/ha (2.000.000 g/ha)} \Rightarrow 2.000.000 \text{ g} \div 20.000 \text{ plantas} = 100 \text{ g/pl}$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{320 \times 100}{60} = 533 \text{ kg/ha (533.000 g/ha)} \Rightarrow 533.000 \text{ g} \div 20000 \text{ plantas} = 27 \text{ g/pl.}$$

Adubação orgânica e com micronutrientes

Além do fósforo e do potássio, deve-se aplicar entre 10 t a 15 t por hectare de esterco de galinha, como parte da adubação de plantio (quantidades maiores em solos arenosos), bem como bórax (40 kg/ha) e sulfato de zinco (20 kg/ha). Para prevenir a deficiência de molibdênio, efetuar a pulverização das mudas na sementeira, uma semana antes do transplante, e quinze dias após o plantio, com solução de molibdato de sódio ou de amônio (Tabela 1). Quanto à couve-de-folha, a aplicação de molibdênio deve ser feita a cada 20 a 30 dias, após a colheita das folhas (Osaki, 1991). No caso do boro (Tabela 1), três pulverizações (às vésperas do transplante, aos 20 dias e 40 dias após o mesmo) podem ser suficientes (Figueira, 1982).

Nitrogênio em cobertura

O nitrogênio deve ser aplicado na dose é de 120 kg/ha de N, parcelada em três vezes: por ocasião do plantio das mudas (com torrão) e aos 20 dias e aos 40 dias,

aproximadamente, após o transplântio. Aplicações tardias de nitrogênio prejudicam a boa formação das cabeças de repolho, portanto, devem ser evitadas. No caso da couve-de-folhas, as aplicações devem ser realizadas, quinzenalmente, até próximo ao final da última coleta de folhas. Considerando-se a densidade populacional de 20.000 plantas por hectare (1,0 m x 0,5 m), que é adotada para as brássicas cultivadas no Estado, cada aplicação será de 2 g de N ou 4,5 g de uréia/planta.

Brássicas

Adubação (g/planta)	Adubação (kg/ha)	N	K ₂ O
10 x 10	A10 10	60	140
15 x 15	A15 15	105	240
20 x 20	A20 20	120	280

Pimenta-doce

Adubação (g/planta)	Adubação (kg/ha)	N	K ₂ O
10 x 10	A10 30	300	300
15 x 15	A15 60	240	240
20 x 20	A20 60	180	180

Pimenta

Adubação (g/planta)	Adubação (kg/ha)	N	K ₂ O
10 x 10	A10 30	240	240
15 x 15	A15 60	240	240
20 x 20	A20 60	180	180

Pimenta-doce e Pimenta-amarga

Adubação (g/planta)	Adubação (kg/ha)	N	K ₂ O
10 x 10	A10 60	240	240
15 x 15	A15 60	140	140

Leguminosas (soja e feijão)

Fonte: Adaptado de: *Manual de adubação de plantas & Angélica (1987)*, de Marilene de Fátima...

Elaboração: *Manual de adubação de plantas & Angélica (1987)*

Elaboração: *Manual de adubação de plantas & Angélica (1987)*

Solanáceas

Tabela 3. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P₂O₅ e K₂O para adubação mineral de solanáceas (berinjela, pimentão, tomate e pimentas).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ao plantio ²	
P (mg/dm ³) ¹	K ₂ O (mg/dm ³) ¹	P ₂ O ₅	K ₂ O

Berinjela

		(a)	(a)
Até 10	Até 30	200	160
11 a 20	31 a 60	160	120
> 20	> 60	120	80

Pimentão

		(b)	(b)
Até 10	Até 30	300	240
11 a 20	31 a 60	240	180
> 20	> 60	180	120

Tomate³

		(c)	(c)
Até 10	Até 30	350	250
11 a 30	31 a 60	250	200
> 30	> 60	150	150

Pimenta-doce e Pimenta-murupi

		(d)	(d)
Até 20	Até 60	240	140
> 20	> 60	140	80

¹ Determinado pelo método de Mehlich.

² Fonte: (a) Comissão... (1989b), adaptado;(b) Fonseca & Angelleti (1986); (c) Makishima & Miranda (1995), com dose de fósforo adaptada;(d) Sugestão.

³ Cultivares tolerantes a *Ralstonia solanacearum*.

-Para efeitos dos cálculos de densidade populacional de plantas devem ser considerados os seguintes espaçamentos: Berinjela -1,0 m X 1,0 m; pimentão e tomate - 1,0 m x 0,5 m; pimenta-doce e pimenta murupi - 1,5 m x 1,0 m.

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculo das quantidades desses adubos para pimentão (média fertilidade):

1. Superfosfato simples.

$$\frac{240 \times 100}{20} = 1.200 \text{ kg/ha (1.200.000g)} \Rightarrow 1.200.000\text{g} \div 20.000 \text{ plantas} = 60 \text{ g/pl.}$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{180 \times 100}{60} = 300 \text{ kg/ha (300.000g)} \Rightarrow 300.000\text{g} \div 20.000 \text{ plantas} = 15 \text{ g/pl.}$$

Adubação orgânica e com micronutrientes

Aplicar 15t a 20t por hectare de esterco de galinha para tomate e pimentão; 10 t/ha para pimenteiros e berinjelas. Juntamente com o esterco, aplicar 5 g de N por cova (mudas com torrão) e, os micronutrientes boro (20 kg/ha de bórax) e zinco (20 kg/ha de sulfato de zinco). Quanto à aplicação foliar de boro, sugere-se para o tomateiro, 2 a 3 pulverizações (Tabela 1), logo após o início do florescimento. Para as demais solanáceas, se necessário, a mesma recomendação pode ser utilizada.

Adubação em cobertura

Nitrogênio

Aplicar 40 kg/ha de N (90 kg de uréia) aos 15 dias e 30 dias, aproximadamente, após o plantio. A partir da floração o N aplicado deve ser na

mesma dose, se necessário, devendo-se atentar para o efeito do esterco de galinha aplicado, pois em muitos casos, o adubo químico nitrogenado é dispensável.

O excesso de N pode favorecer a ocorrência de doenças fitopatogênicas (Lopes, 1997). No tomateiro e pimentão, o excesso de N (e de K) pode induzir deficiência de cálcio nos frutos (Foy, 1974; Cardoso *et al.*, 1995), podendo causar a podridão apical.

Fósforo e potássio

No tomateiro, aos 30 dias, aplicar 60 a 80 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O por hectare (na data da 2ª aplicação do N), seguida da amontoa. As raízes adventícias aproveitarão o adubo fosfatado. Noda (1998) recomenda como fonte de fósforo o superfosfato triplo.

Na berinjela, aplicar a dose total de 60 kg/ha de K_2O , após a formação dos primeiros frutos.

Na fase de frutificação das pimenteiças, Lima & Medina (1997) recomendam aplicação de fósforo e potássio, com dose correspondente a dois terços da usada no plantio, incorporados na projeção da copa, para obtenção de colheitas uniformes.

Cucurbitáceas

Tabela 4. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P_2O_5 e K_2O para adubação de cucurbitáceas (abóbora/jerimum, abobrinha, maxixe, melancia e pepino).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ao plantio ²	
P (mg/dm ³) ¹	K (mg/dm ³) ¹	P ₂ O ₅	K ₂ O
Abóbora/jerimum			
		(a)	(a)
Até 10	Até 30	80	50
11 a 20	31 a 60	660	40
>20	> 60	40	30
Abobrinha			
		(b)	(b)
Até 10	Até 30	300	120
11 a 20	30 a 60	200	80
> 20	> 60	100	40
Maxixe			
		(c)	(c)
Até 20	Até 60	100	60
>20	>60	50	40
Melancia³			
		(d)	(d)
Até 10	Até 30	90	90
11 a 20	31 a 60	60	60
>20	> 60	40	40
Pepino			
		(e)	(e)
Até 10	Até 30	300	200
11 a 20	31 a 60	200	150
>20	> 60	100	100

¹ Determinado pelo método de Mehlich.

² Fonte: (a) Comissão... (1989b); (b,e) Angelleti & Fonseca (1987); (c) Sugestão; (d) Comissão... (1989a), adaptado.

-Para os cálculos da densidade populacional de plantas considerar os seguintes espaçamentos: Abóbora/jerimum (3 m x 3 m); abobrinha (1,0 m x 1,0 m); maxixe (1,5 m x 1,5 m); melancia (3,0 m x 2,0 m); pepino (1,0 m x 0,5 m).

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculo das quantidades desses adubos para melancia (baixa fertilidade):

1. Superfosfato simples.

$$\frac{90 \times 100}{20} = 450 \text{ kg/ha (450.000g)} \Rightarrow 450.000 \text{ g} \div 1.667 \text{ plantas} = 270 \text{ g/pl.}$$

3. Cloreto de potássio

$$\frac{90 \times 100}{60} = 150 \text{ kg/ha (150.000g)} \Rightarrow 150.000 \text{ g} \div 1.667 \text{ plantas} = 90 \text{ g/pl.}$$

³No caso da melancia, aplicar calcário calcítico (135 kg/ha) na cova.

Adubação orgânica e com micronutrientes

Adubação orgânica: 10 t/ha de esterco de galinha (pepino); 4 t/ha (abóbora/jerimum e abobrinha); 3 t/ha (melancia). Dispensar a matéria orgânica, caso tenha sido aplicada a lanço na cultura anterior .

Micronutrientes: Aplicar bórax (pepino-30kg/ha; abobrinha-15kg/ha e melancia-7 kg/ha) e sulfato de zinco (pepino-20 kg/ha; abobrinha-7 kg/ha; e melancia-5 kg/ha). A abóbora/jerimum e maxixe também são beneficiados por estes micronutrientes. Para melancia, Lopes (1997) recomenda, como fonte de fósforo, termofosfato contendo boro e zinco, que sendo usado torna desnecessária a adoção da recomendação anterior. As cucurbitáceas são muito sensíveis ao excesso de boro (Kimoto, 1993). Em solos arenosos, Andrade Junior (1998) recomenda, para a melancia, a seguinte

adubação com micronutrientes: 10 g de FTE BR-12 e 12 g de sulfato de zinco, por cova.

Nitrogênio em cobertura

Aplicar 40 kg/ha de N (pepino aos 20 dias e 40 dias após o plantio); 25 kg/ha de N (abobrinha, aos 20 dias e 45 dias); 5 kg/ha de N (melancia, quando a rama principal começar a se destacar e 20 dias, após); 8 kg/ha de N (abóbora/jerimum, próximo à floração); 10 kg/ha de N (maxixe, próximo à floração).

Obs: Essas doses acima podem ser usadas como parte da adubação de plantio, com boa incorporação para prevenir queima de sementes ou mudas, se não foi utilizada matéria orgânica humificada, por ocasião do plantio.

Fabáceas

Tabela 5. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P_2O_5 e K_2O para adubação mineral de fabáceas (feijão-de-metro e feijão-vagem³).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ao plantio ²			
P (mg/dm ³) ¹	K (mg/dm ³) ¹	P_2O_5		K_2O	
		(a)	(b)	(a)	(b)
Até 10	Até 60	250	400	120	150
11 a 20	30 a 60	200	200	90	100
> 20	> 60	150	100	60	50

¹ Determinado pelo método de Mehlich.

² Fonte: (a) Comissão... (1989b).

³ Cultivo não recomendado no período chuvoso. E, a calagem é fundamental, pois o Ca é muito importante na nutrição desta hortaliça (Filgueira, 1972).

-Nos cálculos da densidade populacional de plantas considerar para o feijão-de-metro e feijão-vagem o espaçamento de 1,0mX0,5m.

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculos das quantidades desses adubos (baixa fertilidade, coluna a):

1. Superfosfato triplo

$$\frac{250 \times 100}{41} = 610 \text{ kg/ha (610.000g)} \Rightarrow 610.000\text{g} \div 20.000\text{plantas} = 30 \text{ g/pl.}$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{120 \times 100}{60} = 200 \text{ kg/ha (200.000 g)} \Rightarrow 200.000 \text{ g} \div 20.000 \text{ plantas} = 10 \text{ g/pl.}$$

Adubação orgânica e com micronutrientes

• Aplicar 5 t/ha de esterco de galinha. Fazer duas aplicações foliares com solução de molibdato de amônio (Tabela 1), bem antes da floração, pois este micronutriente é importante para a nodulação.

Nitrogênio em cobertura

Normalmente, o fertilizante nitrogenado (40 kg/ha de N em uma aplicação) é exigido apenas no início do desenvolvimento das plantas, devido a possível nodulação nas raízes, ocorrendo fixação atmosférica de N. Se ocorrer, a planta só mostra sinais de benefícios da fixação entre uma a duas semanas após o início da atividade da nitrogenase, que se detecta nove a quinze dias após a germinação das sementes (De-Polli *et al.*, 1988). Estes autores citam que em condições de alta disponibilidade de nitrogênio, as plantas preferem o nitrogênio combinado e não nodulam, ou param a fixação, se já estão nodulando; entretanto, em solos tropicais, o excesso deste nutriente não é comum.

Em caso de semeadura direta, a adubação nitrogenada em cobertura, deve ser realizada quatro a cinco folhas definitivas. Em se tratando de mudas (com torrão), a aplicação deve ser feita por ocasião do transplante (na cova). O manejo da adubação nitrogenada é importante, em especial no feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*), devido sua maior suscetibilidade ao fungo *Rhizoctonia solani*, causador da "mela do feijoeiro"

pois de acordo com Weinhold *et al.* (1972), o micélio do fungo rapidamente absorve nitrogênio do meio externo e utiliza para suas atividades patogênicas.

Aliáceas

Tabela 6. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P₂O₅ e K₂O para adubação mineral de aliáceas (cebola e cebolinha).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ao plantio ²	
P (mg/md ³) ¹	K (mg/md ³) ¹	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cebola³			
		(a)	(a)
Até 10	Até 30	300	240
11 a 20	31 a 60	240	180
> 20	> 60	180	120
Cebolinha			
		(b)	(b)
Até 10	Até 30	2200	120
11 a 20	31 a 60	160	90
> 20	> 60	90	60

¹Determinado pelo método de Mehlich.

²Fonte: (a,b) Comissão... (1989b), adaptado.

³Produção em pequena escala.

-Considerar os seguintes espaçamentos para o cálculo da densidade populacional: cebola (0,25 m x 0,10 m); cebolinha (0,20 m x 0,20m). Os cálculos de adubação, entretanto, devem ser efetuados para obtenção das doses por m² do canteiro.

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculos das quantidades desses adubos para cebolinha em canteiro (baixa fertilidade):

1. Superfosfato simples.

$$\frac{200 \times 100}{20} = 1.000 \text{ kg/ha (1.000.000 g)} \Rightarrow 1.000.000 \text{ g} \div 10.000 \text{ m}^2 = 100 \text{ g/m}^2.$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{120 \times 100}{60} = 200 \text{ kg/ha (200.000 g)} \Rightarrow 200.000 \text{ g} \div 10.000 \text{ m}^2 = 20 \text{ g/m}^2.$$

² Observação: a aplicação do adubo fosfatado (preferencialmente superfosfato simples) e do potássico deve ser de forma localizada, abaixo da planta, o que facilitará a absorção por plantas jovens. No caso da cebola, o adubo fosfatado deve ser distribuído em sulcos com 10 cm a 15 cm de profundidade, que receberão as mudas (Araújo, 1997).

Adubação orgânica e com micronutrientes

Aplicar 10 t e 20 t por hectare de esterco de galinha no plantio para cebola e cebolinha, respectivamente. Aplicar também bórax (10 kg/ha) e sulfato de zinco (10 kg/ha), o que corresponde a 1 g/m² de canteiro.

Nitrogênio em cobertura

Para a cebola, o nitrogênio (40 kg/ha) deve ser distribuído entre as fileiras de plantas, por volta dos 20 dias após o transplante das mudas; a aplicação tardia prolonga a fase de crescimento vegetativo, em prejuízo da bulbificação. Se necessário, repetir até aos 40 dias. No caso da cebolinha, aplicações de 60 kg/ha de N devem ser efetuadas na fase de emissão de folhas (de acordo com a necessidade) e, após cada corte de folhas.

Raízes e tubérculos

Tabela 7. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P_2O_5 e K_2O para adubação mineral de hortaliças de raízes e tubérculos.

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação ao plantio (kg/ ha) ²	
P (mg/dm ³) ¹	K (mg/dm ³) ¹	P ₂ O ₅	K ₂ O
Batata-doce			
		(a)	(a)
Até 10	Até 30	200	240
11 a 20	31 a 60	150	180
> 20	> 60	100	120
Cará³			
		(b)	(b)
Até 10	Até 30	200	120
11 a 20	31 a 60	150	90
> 20	> 60	90	60
Cenoura⁴			
		(c)	(c)
Até 10	Até 60	400 – 600	200 – 300
10 a 30	60 a 120	200 – 400	100 – 200
30 a 60	120 a 240	100 – 200	50 – 100
> 60	> 240	50	Zero

¹ Determinado pelo método de Mehlich.

² Fonte: (a) Miranda *et al.* (1984), adaptado; (b) Comissão... (1989b); (c) Vieira *et al.*, (1997).

³ Em geral, o plantio do cará é feito aproveitando-se o efeito residual de outras culturas.

⁴ Plantio em condições de escape ao fungo *Rhizoctonia solani*.

-Para os cálculos da densidade populacional de plantas, considerar os seguintes espaçamentos: batata-doce – 0,80 m x 0,40 m; cará- 1,0 m x 0,60 m; cenoura – 0,25 x 0,05 m.

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculos das quantidades desses adubos para cenoura (fertilidade muito baixa):

1. Superfosfato simples

$$\frac{600 \times 100}{20} = 3.000 \text{ kg/ha (3.000.000 g/ha)} \Rightarrow 3.000.000 \text{ g} \div 10.000 \text{ m}^2 = 300 \text{ g/m}^2$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{300 \times 100}{60} = 500 \text{ kg/ha (500.000 g)} = 500.000 \text{ g} \div 10.000 \text{ m}^2 = 50 \text{ g/m}^2$$

Adubação orgânica e com micronutrientes

- Na batata-doce e cará aplicar em média 10 t/ha de esterco de galinha, como parte da adubação de plantio, se houver disponibilidade na propriedade. Para a cenoura o uso de matéria orgânica é indispensável, sendo recomendado 20 t/ha de esterco de galinha, bem como 15 kg/ha de bórax e 15 kg/ha de sulfato de zinco. Os micronutrientes devem ser aplicados também na batata-doce (10 kg/ha). O cará igualmente se beneficia do uso de micronutrientes.

Nitrogênio em cobertura

Na batata-doce e cará aplicar, aos 30 dias, 40 kg/ha de N. Na cenoura, o adubo nitrogenado deve ser aplicado aos 25 dias e 45 dias após a semeadura, correspondendo cada aplicação a 45 kg/ha de N (Coltri, 1989).

Hortalças diversas

Tabela 8. Padrões de fertilidade para P e K e recomendações de quantidades de P_2O_5 e K_2O para adubação mineral de hortalças diversas (alface, coentro, chicória-de-caboclo e quiabo).

Padrões de P e K na análise do solo		Adubação (kg/ha) ²	
P(mg/dm ³) ¹	K(mg/dm ³) ¹	P ₂ O ₅	K ₂ O
Alface			
		(a)	(a)
Até 10	Até 30	300	150
11 a 20	31 a 60	200	100
> 20	> 60	100	50
Coentro e chicória-de-caboclo			
		(b)	(b)
Até 10	Até 30	240	110
11 a 20	31 a 60	150	70
> 20	> 60	80	40
Quiabo			
		(c)	(c)
Até 10	Até 30	200	240
11 a 20	31 a 60	160	180
>20	>60	120	120

¹Determinado pelo método de Mehlich

²Fonte: (a,b) Sugestão;(c) Comissão (1989b).

-Considerar os seguintes espaçamentos para o cálculo da densidade populacional de plantas: alface (0,30m x 0,30m); coentro (0,15m x 3cm-5cm); chicória-de-caboclo (0,20m x 0,15m); e, quiabo (1,0m x 0,5m). Para as três primeiras espécies, calcular as quantidades por m² do canteiro.

Adubos fosfatados e potássicos ao plantio

Cálculos das quantidades desses adubos para quiabo (média fertilidade):

1. Superfostato triplo

$$\frac{160 \times 100}{41} = 390 \text{ kg/ha (390.000 g)} \Rightarrow 390.000 \text{ g} \div 20000 \text{ plantas} = 20 \text{ g/pl.}$$

2. Cloreto de potássio

$$\frac{180 \times 100}{60} = 300 \text{ kg/ha (300.000 g)} \Rightarrow 300.000 \text{ g} \div 20000 \text{ plantas} = 15 \text{ g/planta.}$$

Adubação orgânica e com micronutrientes

Aplicar esterco de galinha curtido, como parte da adubação de plantio, sendo 10t/ha a 20t/ha no caso da alface, coentro e chicória de caboclo e, para o quiabo 5 t/ha. Também, aplicar boráx (20 kg/ha) e sulfato de zinco (20 kg/ha) para a alface e, metade da dose para coentro e chicória-de-caboclo. Para o quiabo, pulverizar as folhas com solução de molibdato de amônio (Tabela 1), por duas vezes, até a floração (van Raij *et al.*, 1985).

Adubação em cobertura

Nitrogênio

Em se tratando da alface, nas condições do Estado, a colheita ocorre em média 40 dias após o transplante. Bons resultados têm sido obtidos aplicando-se a dose de 15 g/m² de N (33 g de uréia), parceladamente, sendo a primeira dose de 11 g logo após o pegamento das mudas e as outras duas na fase de emissão de folhas.

No caso do coentro, a dose de 15 g/m² de N deve ser parcelada em duas vezes: a primeira quando as plantas estiverem com ± 4 cm e a outra, aos 45 dias,

aproximadamente. A aplicação do adubo deve ser feita em filete contínuo, sobre o leito do canteiro, a 5 cm de distância das fileiras de plantas (Lédo & Souza, 1997).

Para a chicória, que tem ciclo mais longo e a colheita inicia-se aproximadamente aos 85 dias após o transplântio, a dose deve ser de 20 g/m² de N (44g de uréia), parcelada em quatro vezes, sendo a primeira logo após o pegamento das mudas e, as demais, quinzenalmente, durante a fase de emissão das folhas.

Quanto ao quiabo, a dose é de 2 g de N (\cong 5 g de uréia) por planta, em cada aplicação (aos 15, 30 e 45 dias, aproximadamente, após a emergência), dependendo do desenvolvimento da ramagem. A adubação nitrogenada deve ser suspensa quando estiver ocorrendo excessivo desenvolvimento vegetativo, em prejuízo da floração.

• É normal, também, aplicações foliares com solução de uréia, em concentração que pode variar de 0,1% a 0,5% (1 g a 5 g para 1 litro de água). A solução de concentração mais fraca (0,1% = 1 g por litro de água) é utilizada na fase de desenvolvimento, logo após o transplântio, quando as folhas estão ainda bastante tenras, ou em condições de viveiro. À medida que a planta encontra-se mais desenvolvida a concentração pode ser aumentada. No coentro, essa concentração deve ser de 0,3 %.

Potássio

A adubação potássica em cobertura é recomendada para o quiabo, na dose de 30 kg/ha de K₂O, após a formação dos primeiros frutos.

4

Literatura citada

- ADUBAÇÃO ORGÂNICA: quando o esterco significa produção e muita economia. **Balde Branco**, v.27, p.18-22, 1991.
- ALCARDE, J.C. **Corretivos de acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: ANDA, 1992. 26p. (ANDA. Boletim Técnico, 6).
- ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1989. 35p. (ANDA. Boletim Técnico,3)
- ALFAIA, S.S. Correlações entre a capacidade de troca de cátions e outras propriedades de três solos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.18, n.3/4, p.3-11, 1988.
- ALFAIA, S.S.; FALCÃO, N.P. Estudo da dinâmica de nutrientes em solos de várzea da ilha do Careiro no estado do Amazonas. **Amazoniana**, v.12, n.3/4, p.485-493, 1993.
- ALFAIA, S.S.; MURAOKA, T. Efeito residual de calagem e micronutrientes em Latossolo Amarelo sob rotação de culturas. **Acta Amazonica**, Manaus, v.27, n.3, p.153-162, 1997.
- ALFAIA, S.S.; OLIVEIRA, L.A. Pedologia e fertilidade dos solos da Amazônia. In: NODA, H.; SOUZA, L.A.G. de; FONSECA, O.J. de M. **Dois décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no Trópico Úmido**. Manaus: INPA, 1997. p.179-191.

-
- ANDRADE JUNIOR, A.S. de, coord. **A cultura da melancia**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Terezina: EMBRAPA-CPAMN, 1998. 86p. (EMBRAPA-CPAMN. Coleção Plantar, 34)
- ANGELETTI, M. da P.; FONSECA, A.F.A. da **Instruções técnicas para o cultivo comercial de hortaliças em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1987. 67p. (EMBRAPA UEPAE Porto Velho. Circular Técnica, 11).
- ARAUJO, M. de T. **Cultura da cebola**. In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPQ/JICA, 1997. 18p.
- BARBOSA FILHO, M.P. Cereais. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS / CNPQ, 1991. p.412-444.
- BASTOS, J.B.; SMYTH, T.J. **Efeito do cálcio em Latossolo Amarelo muito argiloso na produção de culturas anuais**. Manaus: UEPAE Manaus, 1984. 3p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. Pesquisa em Andamento, 61).
- BATAGLIA, O.C. Ferro. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS / CNPQ, 1991. p.159-172.
- BENINCASA, M.M.P. Fisiologia de culturas adaptadas a condições de várzea. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE VÁRZEA, 1., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1984. p.131-146.

-
- BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. Adubação Foliar em Hortaliças. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR. 1., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill, 1987. p.616-649.
- BORKET, C.M. Manganês. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPQ, 1991. p.173-190.
- BUCKMAM, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos: compêndio universitário**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 594p. Tradução de Antonio B.N. Figueiredo.
- CAMARGO, L.C. de **As hortaliças e seu cultivo**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448p.
- CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Libreria/Herba, 1975. 258p.
- CARDOSO, M.O.; QUEIROZ, M.A. de; SOUZA, R.F. Incidência de podridão apical em cinco cultivares de tomateiro cultivados em solo com três níveis de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.172-179, 1995.
- CASTELLANE, P.D.; SOUZA, A.F.; MESQUITA FILHO, M.V. de Culturas olerícolas. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.549-584.
- COCHRANE, T.T., SALINAS, J.G. & SÁNCHEZ, P.A. An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminum tolerance. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 57, p.133-140, 1980.

-
- COLTRI, M.L. **Produção de cenoura na região de Manaus, Amazonas.** Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1989. 15p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. Circular Técnica, 15).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 3. Aproximação.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1978. 80p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4. Aproximação.** Lavras: CFSEMG, 1989b. 176p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO: **Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia.** 2.ed. Salvador: CEPLAC/EMATER-BA/EMBRAPA/EPABA/NITROFÉRTIL, 1989a.176p.
- CORRÊA, J.C. Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do estado do Amazonas sob diferentes métodos de preparo. In: : SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO,1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v.6. p.437-445. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).
- CORRÊA, J.C. **Recursos edáficos do Amazonas.** Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1984. 34p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. Documentos, 5).
- COUTINHO, E.L.; NATALE, W; SOUZA, E.C.A. de Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C. da, ed. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: Potafos, 1993. p.85-140.

-
- CRAVO, M.S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. Campinas: CENA/USP, 1995. 148 p. Tese Doutorado.
- CRAVO, M.S.; MURAOKA, T.; GINÉ, M.F. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 22, p. 547-553, 1998.
- CRAVO, M.S.; SMYTH, T.J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.607-616, 1997.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de C. Mecanismos de absorção e translocação de micronutrientes. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/ CNPq, 1991. p.79-87.
- DEMATTÊ, J.L.I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos: Região Amazônica**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 215p.
- DE-POLLI, H.; FRANCO, A.A.; ALMEIDA, D.L. de; DUQUE, F.F.; MONTEIRO, E.M.; DOBEREINER, J. **A biologia do solo na agricultura**. Seropédica: EMBRAPA-UAPNPBS, 1988. 48p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Documentos, 5).
- EMATER (Curitiba, PR). **Manual técnico de olericultura**. 4.ed. Curitiba, 1991. 126p.
- EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (Manaus, AM). **Relatório técnico bienal-1982/1983**. Manaus, 1984. p.31-121.

-
- EMBRAPA. Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual (Manaus, AM). **Relatório técnico bienal-1984/1985**. Manaus, 1989. p.199-279.
- FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos,18).
- FALESI, I.C. Estado atual de conhecimentos de solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO,1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v.6. p.168-191. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).
- FASSBENDER, H.W. **Química de suelos: com ênfasis en suelos de America Latina**. San José: IICA, 1980. 398p.
- FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P.da **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 480p.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. da. Cobre. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.131-157.
- FERREIRA, P.A. Dificuldades e perspectivas da pesquisa em drenagem. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE VÁRZEAS, 1. 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1986. p.105-117.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização**. São Paulo: Ceres, 1972. 451p.

-
- FONTES, R.R. **Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais.** In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPQ/JICA, 1997. 18p.
- FOY, C.D. Effects of soil calcium availability on plant growth. In: CARSON, E.W., ed. **The plant root and its environment.** Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p.565-600.
- GERALDSON, C.M. Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. **Proceedings Soil Science Society American**, v.21, p.621-625, 1957.
- GIORDANO, L.B. de; MELO, P.E. de; HENZ, G.P.; LUENGO, R. de F.A.; LANA, M.M. **Tecnologia de produção de brássicas.** In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPQ/JICA, 1997.19p.
- GROS, A. **Abonos: guia practica de la fertilizacion.** 7.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 559p.
- HAAG, H.P.; MINAMG, K.; DECHEN, A.R. **Micronutrientes em hortaliças.** Campinas: Fundação Cargill, 1982. 26p.
- INGLE, W.D.G., coord. **Recomendações de adubação e calagem para o estado da Bahia.** Salvador: EMATERBA, 1980. 89p.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais.** Piracicaba, 1993. 183p.

-
- KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da, ed. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.149-178.
- LEDO, F.J. da S.; SOUZA, J.A. de Coentro. In: CARDOSO, M.O., coord. **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. p.127-132.
- LIMA, H.C. de; MEDINA, L.A. Pimenta-murupi. In: CARDOSO, M.O., coord. **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. p.141-150.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo, ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes.
- LOPES, A.S. Micronutrientes: filosofias de aplicação, fontes, eficiência agronômica e preparo de fertilizantes. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS / CNPq, 1991. p.356-390.
- LOPES, A.S. Micronutrientes: filosofias de aplicação, fontes, eficiência agronômica e preparo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. p.357-390. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1989. 64p.
- LOPES, C.A.; SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. 70p.

- LOPES, J.F.A. A cultura da melancia. In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPB/JICA, 1997. 9p.
- LOPEZ, C.G.; MARTIN-PORTUGUES, E.P. **Mecanizacion de los cultivos hortícolas.** Madrid: Mundi-Prensa, 1983. 243p.
- MAGALHÃES, J.R. Nutrição e adubação da cebola. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C. da. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: Potafos, 1993. p.381-399.
- MAGALHÃES, J.R.; SILVA, W.L.C.; MONNERAT, P.H. Níveis e métodos de aplicação de boro em tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, p.153-157, 1981.
- MAGALHÃES, P.S.G. Manejo do solo e seus efeitos na compactação. In: SILVEIRA, G.M. da **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola.** Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.156-167.
- MAKISHIMA, N. **Cultivo de hortaliças.** 2.ed. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1992. 26p. (EMBRAPA-CNPB. Instruções Técnicas, 6).
- MAKISHIMA, N. **Cultivo de pimentão (*Capsicum annum*).** In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPB/JICA, 1997. 6p.
- MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças.** Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 110p.(Coleção Plantar, 4).

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. de **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill)**. Brasília, EMBRAPA-CNPH, 1995. 22p. (EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas, 11).

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4.ed. São Paulo: Ceres, 1979. 255p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral das plantas. In: FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. do. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, 1. 1987, Ilha Solteira. **Trabalhos apresentados...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.33-101.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, AE.; PAULINO, V.T. Micronutrientes-uma visão geral. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.1-33.

MALAVOLTA, E.A. A prática da calagem. In: MALAVOLTA, E., coord. **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.313-358.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L de C.; SILVA, H.R. da **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5.ed. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1996. 72p.

MARTINS, P.F. de S.; CERRI, C.C. Implicações ecológicas e agronômicas da exploração da Amazônia relacionadas com as modificações da matéria orgânica. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v.6 p.71-81. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).

-
- MARTINS, P.F.da S.; BRANDINO, Z.G.; CARDOSO, A. Perspectivas de melhoria qualitativa e quantitativa do húmus nos solos da Amazônia Oriental. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Belém, PA). **Relatório final do Convênio EMBRAPA-CPATU/GTZ**, Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. 291p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 40).
- MASCARENHAS, H.A.; MAKISHIMA, N. **Métodos de aplicação de adubos em olericultura**. São Paulo: Fundação Cargill, 1977.32p.
- MATUO, T. Equipamentos e técnicas para aplicação de adubos foliares. In: BOARETTO, A.E; ROSOLEM, C.A., coord. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. v.1, p.237-298.
- McGRATH, S.P. & SMITH, S. Chromium and nickel. In: ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1990. p. 125-150.
- MEDINA, B.F. Influência de dois métodos de preparo de área na compactação de um Latossolo Amarelo no estado do Amazonas. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO,1., 1984, Belém. **Anais...**Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v.6. p.446-455. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).
- MELGAR, R.J.; SMYTH, T.J.; SÁNCHEZ, P.A.; CRAVO, M.S. Fertilizer nitrogen movement in a Central Amazon Oxisol and Entisol cropped to corn. *Fertilizer Research*. 31: 241-252, 1992.
- MELLO, F. de A. F. de **Uréia fertilizante**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 192p.

-
- MELLO, F. de A.F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O.C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; NETTO, A.C.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade do solo**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1984. 400p.
- MELO, W.J. de; LEMOS, E.G.M. Análise bioquímica de plantas. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPQ, 1991. p.309-328.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MESQUITA FILHO, M.V. **Elementos menores ou oligoelementos**. In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPQ/JICA, 1997.15p.
- MEYER, B.; ANDERSON, D.; BOHNING, R.; FRATIANE, D. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2.ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1983. 710p.
- MILANEZ, A.I.; CHABARIBERI, D.; LOPES, E.S.; LOMBARDI NETO, F.; CERVELLINI, G.; CANTARELLA, H.; COSTA, M.B.B. da.; TERRA, M.M.; SILVA, N.M. da **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para agricultura**. São Paulo: Icone, 1986. 102p.
- MIRANDA, J.E.C. de; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; AGUILAR, J.A.E. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM)**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 8p. (EMBRAPA-CNPQ. Instruções Técnicas,7).
- MURAYAMA, S. **Horticultura**. 2. ed. Campinas: ICEA, 1977. 321p.

-
- NODA, H. **Cultivo de tomate variedade Yoshimatsu**. Manaus:INPA-CPCA, 1998. Folder
- OLIVEIRA, L.A. **Agricultura nas áreas alagáveis da Amazônia**. Manaus: INPA, 1993. 19p. Não publicado.
- OLIVEIRA, L.A. **Cupinzeiros e cinzas vegetais**. Manaus: INPA/CPCA, 1998. Folder
- OSAKI, F. **Calagem e adubação**. 2.ed. Campinas: IBGE, 1991. 503p.
- PATERSON, J.B.E.; EDE, R. **Suelos y abonado en horticultura**. Zaragoza: Acribia, 1970. 150p. Tradução Luis Heras Cobo.
- PEREIRA, A.S. da; MORAES, E.C.; CASTRO, C.; CARDOSO, V.L. **Indicações para o cultivo do tomateiro industrial**. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1986. 5p. (EMBRAPA-CNPFT. Comunicado Técnico, 49).
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 549p.
- QUAGGIO, J.A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p.53-89.
- RAHMAN, F. Introdução e melhoramento de soja na várzea do rio Solimões (Caldeirão, Cacau Pirera), no período de 1975 a 1976. **Acta Amazonica**, Manaus, v.7, n.4, p.449-459, 1977.
- RANZANI, G. Recursos pedológicos da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v.9, n.4, p.23-35, 1979. Suplemento.

-
- REGINA, S.M. Produção de hortaliças em várzea. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE VÁRZEAS, 1., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1986. p.177-189.
- REICHARDT, K. Parâmetros do solo que influenciam o manejo de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1.; 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.3-13.
- RESK, D.V.S. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2., 1992, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: s.l., 1992. p.117-143.
- RESK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos Cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).
- RICCI, M. dos S.F. **Manual de vermicompostagem.** Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1996. 23p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 31).
- RODRIGUES, M. do R.L. **Disponibilidade de micronutrientes em solos da Amazônia.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 156p. Tese doutorado.
- SANCHES, P.A. **Suelos del trópico: características e manejo.** San José: IICA, 1981. 660p. Tradución Edilberto Camacho.
- SILVA JUNIOR, A.A. Podridão apical do tomateiro. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, n.1, v.1, n.4, p.45-47, 1998.

-
- SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L. de B.; BOITEUX, L.S.; LOPES, C.A.; FRANÇA, F.H.; SANTOS, J.R. dos; FURUMOTO, O.; FONTES, R.R.; MAROUELLI, W.A. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) para industrialização**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1994. 33p. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 12).
- SING, R. **Disponibilidade de micronutrientes em classes dominantes de solos do trópico úmido brasileiro**. II. Manganês. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 42p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 62).
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M. de S.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. **Microorganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 142p.
- SOUZA, A.F. **Nutrição e adubação das cucurbitáceas**. In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: Embrapa-CNPq, 1997. 53p.
- SOUZA, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Zinco In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.219-236.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Fertilidade de los suelos e fertilizantes**. 2.ed. Barcelona: Mantaner & Simon, 1977. 760p.
- TOMÉ Jr, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

TRANI, P.E. Adubação e calagem em pequenas áreas. **A Lavoura**, julho/agosto, p. 16-33, 1984.

TRANI, P.E. Adubação verde. **Balde Branco**, v.12, p.17-21, 1986.

TUCCI, C.A.F.; VIEIRA, A.A.B.; FIGUEIREDO, A.F. de; SILVA, J.F. da Reatividade dos calcários produzidos em Manaus. **Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias**, Manaus, v.3, n.2, p.83-91, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFCE, 1993. 248p.

VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba; Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142p.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade de solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres/ Potafos, 1991. 343p.

VAN RAIJ, B. Quiabo. In: VAN RAIJ, B coord. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (Instituto Agrônomo. Boletim Técnico, 100).

VIEIRA, J.V.; PESSOA, H.B.S.V.; MAKISHIMA, N. O cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.). In: CURSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS, 3., 1997, Brasília. **Apostilas...** Brasília: EMBRAPA-CNPH/JICA, 1997. 23p.

VIEIRA, L.S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Ceres, 1975. 464p.

-
- VIRGILIIS, E.A.S.; PONCHIO, C.O. **Fontes de enxofre e micronutrientes para a agricultura.** In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. 642p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- VIVANCOS, D. **Tratado de fertilizacion.** Madrid: Mundi-Prensa, 1984. 585p.
- VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.391-412.
- WANG, C.H.; LIEM, T.H.; MIKKELSEN, D.S. **Sulfur deficiency: a limiting factor in rice production in the lower Amazon Basin. I. Development of sulfur deficiency as a limiting factor for rice production.** IRI Research Institute, Inc., 1976. 46p.
- WEINHOLD, A.R.; DODMAN, R.L.; BOUMAN, T. Influence of exogenous nutrition on virulence of *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, n.62, p.278-281, 1972.
- YNAMA, R.; PRIMAVESI, O. Micro-nutrientes ou elementos menores completando as adubações equilibram a fertilidade do solo. 3.ed. São Paulo: Agrofertil, 1973. 36p.

Apêndice

Tabela 9. Conversão das unidades antigas para as unidades do Sistema Internacional

Unidades Antigas (A)	Fator de Conversão (F)	Unidades do SI (SI = A X F)
<i>Solos</i>		
%	10	G/dm ³ ou g/kg
Ppm ou µg/cm ³	1	Mg/dm ³ ou mg/kg
Meq/100 cm ³ ou	1	
Meq/100g	10	Mmol _c /dm ³ ou mmol _c /kg
Mmho/cm	1	DS/m
<i>Plantas</i>		
%	10	g/kg
Ppm	1	Mg/kg

Tabela 10 - Resumo da situação com relação ao Sistema Internacional

Análise de Solo	Antes	SI
Carbono Orgânico	%	g/dm ³
Matéria Orgânica	%	g/dm ³
Argila, Silte e Areia	%	g/dm ³
Fósforo	Ppm	mg/dm ³
Enxofre	Ppm	mg/dm ³
Micronutriente	Ppm	mg/dm ³
Potássio	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
Cálcio	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
Magnésio	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
Alumínio	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
(H + Al)	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
Soma de bases	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
CTC	meg/1000 ml	Cmol _c /dm ³
Saturação por Bases (V%)	%	%
Saturação por Alumínio (m%)	%	%

Estas são as notações usadas pela Embrapa Solo, coordenador do Sistema de Controle de Qualidade de Análise de Solos e deverão ser usadas pelo LASP – Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental.

Tabela 12. Fertilizantes mais comuns no mercado brasileiro e principais características.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	S	Mg	Forma do nutriente
	%						
<i>Nitrogenados</i>							
Uréia	45	-	-	-	-	-	Amídica (NH ₂)
Sulfato de amônio	20	-	-	-	23	-	Amoniacal
Nitrato de amônio	33	-	-	-	-	-	Amoniacal (50%) e nítrica (50%)
Nitrato de cálcio	15	-	-	20	-	-	Nítrica
Nitrocálcio ¹	22	-	-	7	-	-	Nítrica (50%) e Amoniacal (50%)
Salitre ² do chile	16	-	-	-	-	-	Nítrica
<i>Fosfatados solúveis em água</i>							
Superfosfato simples	-	20	-	19	12	-	H ₂ PO ₄ ⁻
Superfosfato triplo	-	41	-	13	-	-	H ₂ PO ₄ ⁻
Monoamônio fostato (MAP)	11	48	-	-	-	-	H ₂ PO ₄ ⁻
Diamônio fosfato (DAP)	18	40	-	-	-	-	H ₂ PO ₄ ²⁻
<i>Fosfatos insolúveis em água²</i>							
Termofosfatos ³	-	19/13/16	-	2	9	-	-
Fosfatos naturais	-	-	-	-	-	-	-
Hiperfosfato	-	30/7/13	-	28	-	-	-
De catalão	-	37/0,5/2,5	-	30	-	-	-
Apatita do araxá	-	30/0,0/6	-	29	-	-	-
<i>Potássicos</i>							
Cloreto de potássio	-	-	60	-	-	-	K ⁺
Nitrato de potássio	13	-	44	-	-	-	K ⁺
Sulfato de potássio	-	-	50	-	18	-	K ⁺
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	22	-	22	11	K ⁺
<i>Outros</i>							
Sulfato de magnésio	-	-	-	-	13	9	Mg ²⁺ ; SO ₄ ²⁺
Magnesita (óxido de Mg)	-	-	-	-	-	55	Mg ²⁺
Carboneto de magnésio	-	-	-	-	-	26	Mg ²⁺
Sulfato de cálcio (gesso)	-	-	-	16	13	-	Ca ²⁺ ; SO ₄ ²⁻

¹ O nitrocálcio é NH₄NO₃ peletizado com calcário e não deve ser confundido com nitrato de cálcio; ² % a/b/c/ de P₂O₅: a-total; b-solúvel em citrato neutro de amônia + água; c-solúvel em ácido cítrico a 2%; ³ Contem cálcio e silicato de cálcio e traços de micronutrientes.

Fonte: Comissão... (1989b); Universidade...(1993); Tomé Jr. (1997).

Tabela 11. Composição média de adubos orgânicos calculados na base da matéria seca

Componentes	Esterco de Bovinos	Esterco de Ovinos	Esterco de Galinha	Cama de Galinha
Matéria orgânica (%)	57	65	52	-
Nitrogênio	1,3	2,0	2,9	1,9
Fósforo-P ₂ O ₅ (%)	2,0	1,0	4,6	1,2
Potássio-K ₂ O (%)	1,1	2,5	2,2	1,3
Cálcio (%)	0,5	-	3,7	6,5
Magnésio (%)	0,6	-	0,6	1,0

Fonte: Compilado de Universidade... (1993) e Kiehl (1985)