



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA E SOLOS

FERTILIZANTES E FERTILIZAÇÃO

José Carlos Ribeiro de Carvalho¹

Carla da Silva Sousa²

Cássia da Silva Sousa

Cruz das Almas - BA

2005

1. Professor Adjunto IV, Departamento de Química Agrícola e Solos, Escola de Agronomia - UFBA
2. Engenheira Agrônoma, Mestranda em Ciências Agrárias, Escola de Agronomia - UFBA
3. Estudante de graduação, Escola de Agronomia - UFBA

APRESENTAÇÃO

As adubações visam devolver ao solo elementos nutritivos que foram absorvidos pelas culturas ou perdidos por diferentes formas.

Essa prática pode ser “processada” no momento do plantio em culturas anuais ou perenes, como também no pós-plantio mais específico para culturas perenes, excetuando-se a adubação nitrogenada e por vezes a potássica que também são efetuadas para culturas de ciclo curto.

A fertilização do solo pode parecer de fácil entendimento, entretanto as respostas das culturas às adubações têm indicado o contrário, pois as causas de malogro são várias. Para que se tenha uma maior resposta às adubações e conseqüentemente um maior coeficiente de aproveitamento do elemento pela planta, deve-se atentar para os seguintes pontos: ter pleno conhecimento dos materiais fertilizantes que vão ser empregados (características físicas, químicas e físico-químicas); determinar de forma coerente as quantidades dos adubos nitrogenado, fosfatado, e potássico (recomendações de adubação/análise química do solo); escolher sempre a época mais devida e o modo de aplicação que se adequa melhor. Como também é de suma importância que o comportamento químico desses adubos no solo seja bem entendido.

Não devemos esquecer que as respostas só serão positivas quando os pontos citados acima estiverem associados a outros fatores relevantes para produção agrícola, como: compra de sementes certificadas ou mudas de boa procedência, escolha correta do tipo do solo para a implantação da cultura, reação do solo equilibrada, reposição constante de matéria orgânica ao solo, boas condições climáticas, irrigação e práticas culturais, fitossanitárias e conservacionistas adequadas.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	11
HISTÓRICO SOBRE A NUTRIÇÃO DAS PLANTAS	15
Capítulo 1 - ASPECTOS DA FERTILIDADE DO SOLO	18
LEIS DA FERTILIDADE DO SOLO	18
CRITÉRIOS DA ESSENCIALIDADE	16
PRINCIPAIS FONTES DE MACRO E MICRONUTRIENTES	20
FORMAS DE ELEMENTOS ABSORVIDAS PELAS PLANTAS	22
AMOSTRAGEM DO SOLO	10
MATERIAIS USADOS NA COLETA DO SOLO	10
ÁREA AMOSTRADA	11
TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM PARA CULTURA DE CICLO CURTO	12
TÉCNICA DE AMOSTRAGEM PARA CULTURAS PERENES	13
CUIDADOS ESPECIAIS DURANTE A AMOSTRAGEM	19
Capítulo 2 - ADUBO OU MATERIAL FERTILIZANTE	21
CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS FERTILIZANTES	21
ADUBOS MINERAIS	21
ADUBOS ORGÂNICOS	23
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICA DOS MATERIAIS FERTILIZANTES	24
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	24
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	26
CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA	28
Capítulo 3 - INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	30
7. ALUMÍNIO TROCÁVEL	35
Capítulo 4 - CALAGEM	38
MATERIAIS USADOS NA PRÁTICA DA CALAGEM	39
QUANTIDADE A APLICAR DE CALCÁRIO	40
ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO DO CALCÁRIO	44
Capítulo 5 - GESSO AGRÍCOLA	48

CARACTERÍSTICAS DO GESSO AGRÍCOLA.....	48
QUANTIDADE A APLICAR DE GESSO AGRÍCOLA	48
ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO DO GESSO AGRÍCOLA.....	50
Capítulo 6 - ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	52
PRINCIPAIS ADUBOS NITROGENADOS.....	52
ESCOLHA DO ADUBO NITROGENADO	54
QUANTIDADE A APLICAR DOS ADUBOS NITROGENADOS	55
ÉPOCA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS NITROGENADOS	56
MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS NITROGENADOS.....	56
COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS NITROGENADOS.....	57
Capítulo 7 - ADUBAÇÃO FOSFATADA	62
PRINCIPAIS ADUBOS FOSFATADOS.....	62
ESCOLHA DO ADUBO FOSFATADO	63
QUANTIDADE A APLICAR DO ADUBO FOSFATADO.....	64
ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO ADUBO FOSFATADO.....	64
MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS FOSFATADOS.....	64
COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS FOSFATADOS.....	65
ADUBOS FOSFATADOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA.....	67
QUANTIDADE A APLICAR PARA ADUBAÇÕES DE CORREÇÃO	68
ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO	68
Capítulo 8 - ADUBAÇÃO POTÁSSICA.....	69
PRINCIPAIS ADUBOS POTÁSSICOS.....	69
ESCOLHA DO ADUBO POTÁSSICO	70
QUANTIDADE A APLICAR DOS ADUBOS POTÁSSICOS	71
ÉPOCA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS POTÁSSICOS	71
MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS POTÁSSICOS.....	71
COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS POTÁSSICOS.....	72
TIPOS DE EROSÃO	73
DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO EROSIVO	73

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS	75
ABSORÇÃO DE N, P K POR DIFERENTES CULTURAS.	75
Capítulo 9 - USO DOS ADUBOS CONTENDO MICRONUTRIENTES	77
FONTES COM MICRONUTRIENTES METÁLICOS	77
FONTES DE MICRONUTRIENTES NÃO METÁLICOS.....	77
QUANTIDADE A USAR DE MICRONUTRIENTES.....	78
COMPORTAMENTO DOS MICRONUTRIENTES NO SOLO	78
Capítulo 10 - MISTURA FERTILIZANTES.....	80
MISTURAS COMERCIAIS.....	80
MISTURAS PREPARADAS NA FAZENDA.....	80
FORMULA FERTILIZANTE.....	81
RELAÇÃO FERTILIZANTE.....	82
CLASSIFICAÇÃO DAS MISTURAS	82
COMPATIBILIDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FONTES QUE CONSTITUEM A MISTURA	83
Capítulo 11 - FERTIRRIGAÇÃO	86
CARACTERÍSTICAS GERAIS	86
VANTAGENS	86
DESVANTAGENS	86
MÉTODOS DE FERTIRRIGAÇÃO	87
FERTIRRIGAÇÃO E O COMPORTAMENTO DOS NUTRIENTES	89
MACRONUTRIENTES	89
FERTILIZANTES CONTENDO MACRO E MICRONUTRIENTES	91
Capítulo 12 - ADUBAÇÃO ORGÂNICA	99
PRINCIPAIS EFEITOS PROPORCIONADOS PELA ADUBAÇÃO ORGÂNICA	99
PRINCIPAIS ADUBOS ORGÂNICOS	102
COMPOSTO ORGÂNICO	102
USO DO COMPOSTO ORGÂNICO	103
TIPOS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	103
MODO DE PREPARO DO COMPOSTO ORGÂNICO	103

APLICAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO NO CAMPO.....	109
VERMICOMPOSTO.....	111
PREPARO DO VERMICOMPOSTO.....	111
ADUBAÇÃO VERDE	113
INCORPORAÇÃO DO ADUBO VERDE	115
ESTERCOS OU ESTRUMES	116
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ESTERCOS.....	116
SUB PRODUTOS DE INDÚSTRIAS	119
VINHAÇA	119
QUANTIDADE A APLICAR, ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO.....	119
TORTAS OLEAGINOSAS	120
QUANTIDADE A APLICAR, ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO.....	120
URINA DA VACA	121
CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA URINA DE VACA.....	121
CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA URINA	121
Capítulo 13 - FUNÇÕES FISIOLÓGICAS E SINTOMAS DE CARÊNCIA DOS ELEMENTOS.....	124
MACRONUTRIENTES	124
MICRONUTRIENTES	125
PRINCIPAIS SINTOMAS DE CARÊNCIA NUTRICIONAL DE MACRO E MICRONUTRIENTES.....	126
MACRONUTRIENTES	127
MICRONUTRIENTES	132
Capítulo 14 - RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO	138

HISTÓRICO SOBRE A NUTRIÇÃO DAS PLANTAS

Quando o homem deixou de ser nômade, e se fixou principalmente em áreas delimitadas, ele começou a se preocupar em melhorar o solo, pois safras seguidas diminuía a sua fertilidade “solo cansado” e consequentemente repercutia em menores colheitas. Com o decorrer dos tempos o homem civilizado aproveitando conhecimentos incipientes de biologia e química, constituiu hipóteses sem grandes respaldos científicos, mas principalmente fundamentadas em observações de campo, tentando descobrir qual (is) seria(m) os agentes fomentadores da produção agrícola.

A primeira hipótese com algum nexos, foi a do **fogo**, que foi aventada, já que após queimadas de vegetais vivos ou do mulch, deixava o solo com uma condição melhor para obtenção de maiores colheitas, induzindo que o fogo era o alimento da planta. Sabemos hoje, que essa melhor condição se deve a abrupta mineralização da matéria orgânica, levada pelo processo de combustão, deixando em formas disponíveis elementos como o fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes. Entretanto, essa prática, não deve ser incentivada, pois “mata a vida do solo”, por reduzir a população de fungos, bactérias, actinomicetos, minhocas e outros. Após a primeira queimada, a produção de uma cultura, será maior pelas razões apontadas acima, entretanto, queimadas sucessivas levam o solo a ficar praticamente estéril e como sabemos que a maioria das reações que se processam nesse ambiente, é de origem bioquímica, irá diminuir as produções das culturas, principalmente de ciclo curto, por explorarem menores volumes de solo. Para a recuperação de um solo nessas condições, se faz necessário que o mesmo fique sob “pousio” por longo período de tempo, e que sejam fomentadas práticas conservacionistas como: adubação orgânica corretiva, e implantações sucessivas de adubos verdes, devolvendo à matéria orgânica que foi extinta pela queimada.

A segunda hipótese, sugeria que a água era o agente responsável pela produção, pois após precipitações pluviométricas, os campos vicejavam. Hoje sabemos que a água exerce papéis importantes no ambiente do solo e no metabolismo da planta. Ela é o agente solubilizador de alguns adubos, levam os nutrientes até as radículas para serem absorvidos, além de ser responsável pela turgescência das plantas. Como sabemos, todo hidrogênio que a planta absorve é proveniente da água e parte do oxigênio também vem dessa fonte.

A terceira hipótese, a humística, foi levantada pela observação de que em solo com maior quantidade de resíduos orgânicos, aumentava a produção agrícola. Embora fosse mais

coerente que as duas primeiras, o pensamento humístico era deturpado, pois consideravam que a planta absorvia o húmus e como sabemos hoje, a planta não absorve moléculas orgânicas e/ ou materiais (adubos orgânicos ou minerais).

Por volta de 1840, o estudioso alemão Von Liebig, que muito contribuiu para o progresso da fertilidade e fertilização do solo, com as leis do mínimo e da restituição de elementos ao solo, derrubou a hipótese humística com base em trabalhos que efetuou em fisiologia vegetal e nutrição de plantas, e alicerçado pelos conhecimentos existentes de química inorgânica e orgânica da época, afirmou que a planta se alimentava de elementos químicos e não de moléculas complexas. Estava, pois estabelecida a teoria da nutrição mineral de plantas.

Com o desenvolvimento da ciência no decorrer dos anos, e a incrementação das pesquisas em fisiologia e nutrição de plantas e com base nos critérios estabelecidos da essencialidade de elementos para o metabolismo vegetal, atualmente são conhecidos 16 elementos essenciais à vida vegetal, como: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), que são designados como macronutrientes, pois as plantas requerem em maiores quantidades. Completando a lista dos 16, temos ainda: ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B), molibdênio (Mo) e o cloro (Cl), que recebem o nome de micronutrientes, já que as plantas necessitam dos mesmos em menores quantidades. Chamamos atenção, que tanto os macro com os micronutrientes desempenham papéis importantes na vida vegetal, logo nenhum elemento é mais importante que o outro.

CRITÉRIOS DA ESSENCIALIDADE

Normalmente são divididos em direto e indireto. Para que o elemento seja considerado essencial deve atender a um dos critérios, podendo entretanto atender aos dois.

Critério direto

O elemento é considerado essencial, quando ele é parte integrante da molécula vegetal. Nesse critério, estão enquadrados os elementos: nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e alguns micronutrientes com exceção do boro.

Critério indireto

Esse critério está subdividido em:

- a) Na falta do elemento em questão, a planta não completará seu ciclo biótico ou fará de forma caótica;
- b) Por mais parecido que seja, um elemento não substitui o outro inteiramente.

Sendo ambos os itens abrangentes a todos os elementos essenciais ao metabolismo vegetal.

Capítulo 1 - ASPECTOS DA FERTILIDADE DO SOLO

Pode-se dizer que um solo é fértil quando o mesmo contém, em quantidade suficiente e balanceada, todos os nutrientes essenciais às plantas em formas disponíveis ou assimiláveis. Deve não conter substâncias ou elementos tóxicos e possuir propriedades físicas e químicas satisfatórias.

Ressaltamos que um solo pode ser fértil, e não ser produtivo. O solo é produtivo quando sendo fértil está localizado numa zona climática capaz de proporcionar suficiente umidade, luz, calor, etc.

LEIS DA FERTILIDADE DO SOLO

Embora existam inúmeras leis, as mais importantes são: Lei do mínimo ou Lei de Liebig, Lei dos incrementos decrescentes ou acréscimos não proporcionais e a Lei do máximo.

Lei do mínimo (Liebig)

“As produções das culturas são reguladas pela quantidade do elemento disponível, ou fator de produção que se encontra no mínimo em relação às necessidades das plantas”.

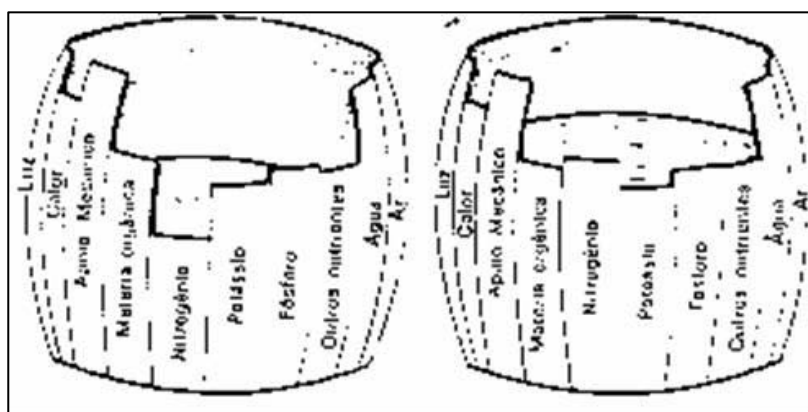


Figura 1. Lei do mínimo (POTAFOS, 1998)

Lei dos incrementos decrescentes ou acréscimos não proporcionais (Mitscherlich)

Embora exista aumentos na produção, com o acréscimo do insumo ou fator de produção aplicado, esse aumento não é proporcional.

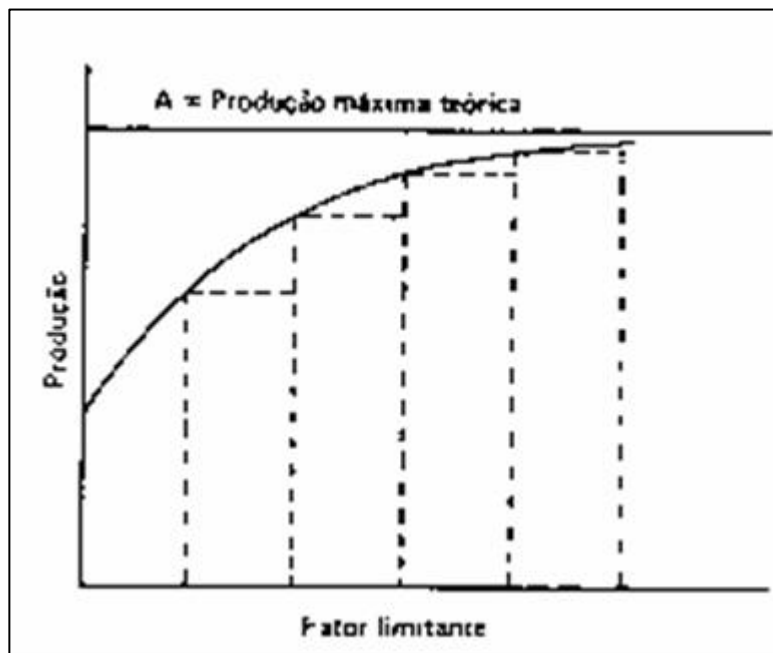


Figura 2. Representação da lei de Mitscherlich (POTAFOS, 1998)

Na figura acima, é representada esquematicamente a lei de Mitscherlich, onde podemos verificar que a produção da cultura não aumenta proporcionalmente ao aumento da dosagem do adubo utilizado, logo os acréscimos não são proporcionais ao incremento do fator de produção.

Lei do máximo (Bondoff)

Ao colocarmos um fator de produção em excesso, a produção não aumentará, tendendo inclusive a diminuir drasticamente.

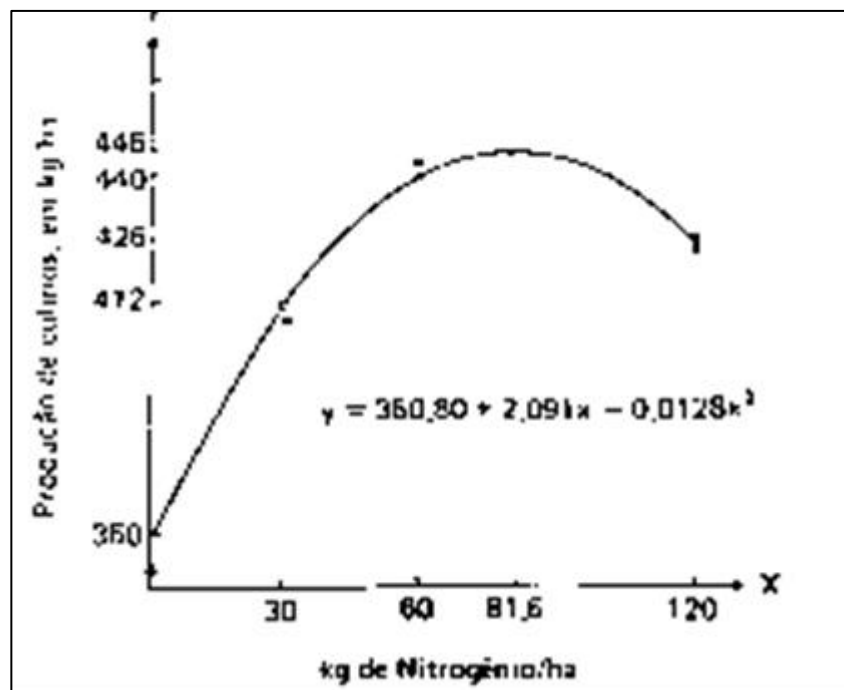


Figura 3. Representação gráfica da lei do máximo (POTAFOS,1998)

PRINCIPAIS FONTES DE MACRO E MICRONUTRIENTES

Carbono

A fonte de carbono para a planta é a natureza, que doa o elemento através do processo fotossintético. Esse elemento é muito importante, pois forma o esqueleto da planta.

Hidrogênio

A água é a única fonte desse elemento para a planta.

Oxigênio

Parte desse elemento vem do ar do solo, sendo o restante fornecido pela água.

Nitrogênio

Existem várias fontes desse elemento como:

- a) Fixação simbiótica, proveniente da associação de bactérias do gênero *Rhizobium* e plantas da família das leguminosas. Ressalte-se, que as espécies são específicas para determinada leguminosa ou grupos de leguminosas como: *Rhizobium phaseoli* que é específica para os feijões; *Rhizobium japonicum* para a soja; *Rhizobium melilote* para alfafa; *Rhizobium trifolii* para o trevo, *Rhizobium leguminosarum* para os adubos verdes e outros. Importante forma de contribuição na reposição do nitrogênio para o

solo. A doação do elemento ocorre na época da floração da leguminosa, quando se deve incorporá-la ao solo, pois nesse estágio de vida da planta, a concentração de nitrogênio é maior.

- b) Fixação assimbiótica ou livre também denominada de azotação, que tem como maiores representantes dois gêneros de bactérias como: *Azotobacter* sp. que é a mais efetiva e a *Clostridium* sp.. Nesse tipo de fixação, o microorganismo retira a energia da matéria orgânica para a absorção do nitrogênio atmosférico, ficando com ele retido em seu corpo até a morte, só disponibilizando o elemento para o solo, após o processo de humificação. A contribuição em nitrogênio é muito pequena em relação à fixação simbiótica.
- c) Chuvas com descargas elétricas, podem também aumentar o conteúdo de nitrogênio e enxofre no solo, principalmente em áreas próximas a grandes centros industriais, onde a poluição é maior havendo acumulação de gases nitrogenados nas nuvens, que sofrem uma oxidação quando ocorrem chuvas com trovoadas.
- d) Humificação de resíduos e adubos orgânicos são as fontes originais desse nutriente, como também do enxofre e boro para a planta.
- e) Os adubos minerais fontes de nitrogênio para as plantas, são principalmente os sais amoniacais e o sal amídico uréia.

Fósforo

As principais fontes desse elemento são:

Fosfatos insolúveis e solúveis em água, a matéria orgânica e o solo.

Potássio

Adubos minerais, cinzas de madeira, matéria orgânica e o solo.

Cálcio e Magnésio

Adubos minerais cálcicos e magnesianos, o solo e a matéria orgânica.

Enxofre

Adubos sulfatados minerais e a matéria orgânica.

Micronutrientes

Adubos minerais contendo micronutrientes, solo e a matéria orgânica.

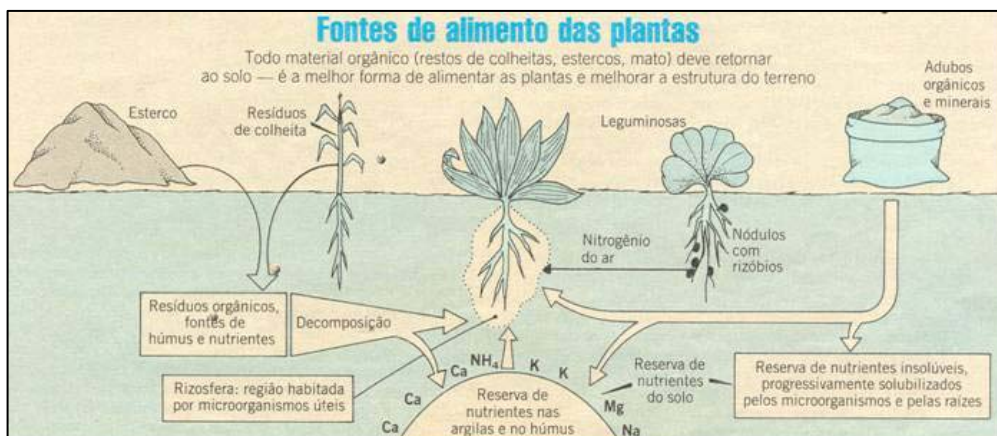


Figura 4. Fontes de alimentos das plantas (Guia Rural, 1990)

FORMAS DE ELEMENTOS ABSORVIDAS PELAS PLANTAS

Macronutrientes

Nitrogênio

Pode ser absorvido na forma amoniacal (NH_4^+); nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Chamamos atenção que a forma de nitrito é tóxica para a planta, entretanto, é pouco absorvida, não prejudicando a planta, em virtude da sua rápida transformação para nitrato através da ação de bactérias do gênero *Nitrobacter* sp., e fungos do gênero *Aspergillus*, com as espécies *flavus* e *wentii*.

Fósforo

A planta pode absorver o fósforo nas formas aniônicas: monovalente (H_2PO_4^-) e bivalente ($\text{HPO}_4^{=}$), entretanto essa forma é pouco absorvida.

Potássio, Cálcio e Magnésio

São absorvidos nas formas catiônicas, ou seja como íons potássio (K^+), cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}).

Enxofre

Ordinariamente absorvido na forma de sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), pelo sistema radicular e como gás sulfídrico (SO_2) pelas folhas.

Micronutrientes

Micronutrientes metálicos (ferro, cobre, zinco e manganês)

São absorvidos nas formas iônicas bivalentes (Fe^{++} ; Cu^{++} , Zn^{++} e Mn^{++}).

Boro

È o único nutriente que não é absorvido na forma iônica, e sim como ácido bórico (H_3BO_3).

Molibdênio

Absorvido como ânion molibdato (MoO_4^-)

Cloro

Absorvido como ânion cloreto (Cl^-)

AMOSTRAGEM DO SOLO

A amostragem é o passo inicial, para o procedimento da análise química do solo. É de suma importância para que a análise seja a mais correta possível, logo tenha bastante cuidado ao amostrar um solo, para não cometer erros.

MATERIAIS USADOS NA COLETA DO SOLO

Diferentes materiais podem ser utilizados na coleta do solo em campo, como: pá reta, enxadão, cavadeira, etc. Entretanto o trado, principalmente o holandês, deve ser o preferido, pois evita-se erros na amostragem, em termos de profundidade e quantidade de solo recolhido em cada sub amostra.

Além do trado, você necessita de um ou dois baldes, conforme seja a cultura de ciclo curto ou perene, devidamente identificados, sacos plásticos, papel, lápis ou caneta.

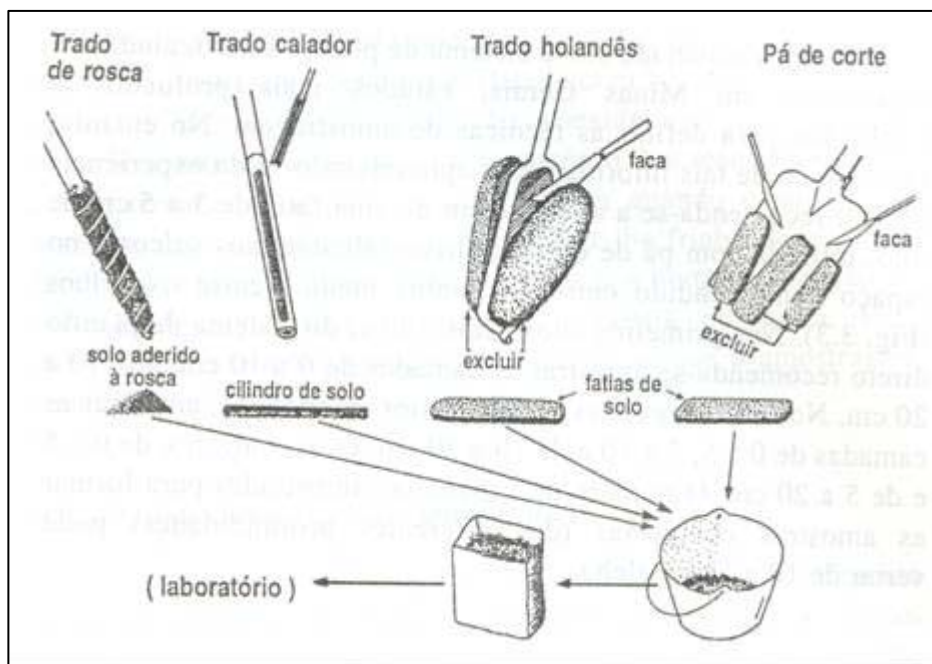


Figura 5. Diferentes materiais que podem ser utilizados no processo de coleta das amostras de solo (Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 1999).

ÁREA AMOSTRADA

Ao chegar a propriedade agrícola, onde você realizará o trabalho de amostragem, procure se informar do agricultor ou fazendeiro, sobre o histórico da área ou áreas a serem amostradas. Pergunte quando foram feitas as últimas calagens e adubações, e qual a cultura que estava implantada anteriormente. Caso exista alguma cultura na área se certifique, sobre a idade da mesma. Chegando à área a ser amostrada observe a sua topografia, vegetação (caso a área seja virgem), se a cor do solo é constante, ou se há ocorrência de manchas escuras ou claras.

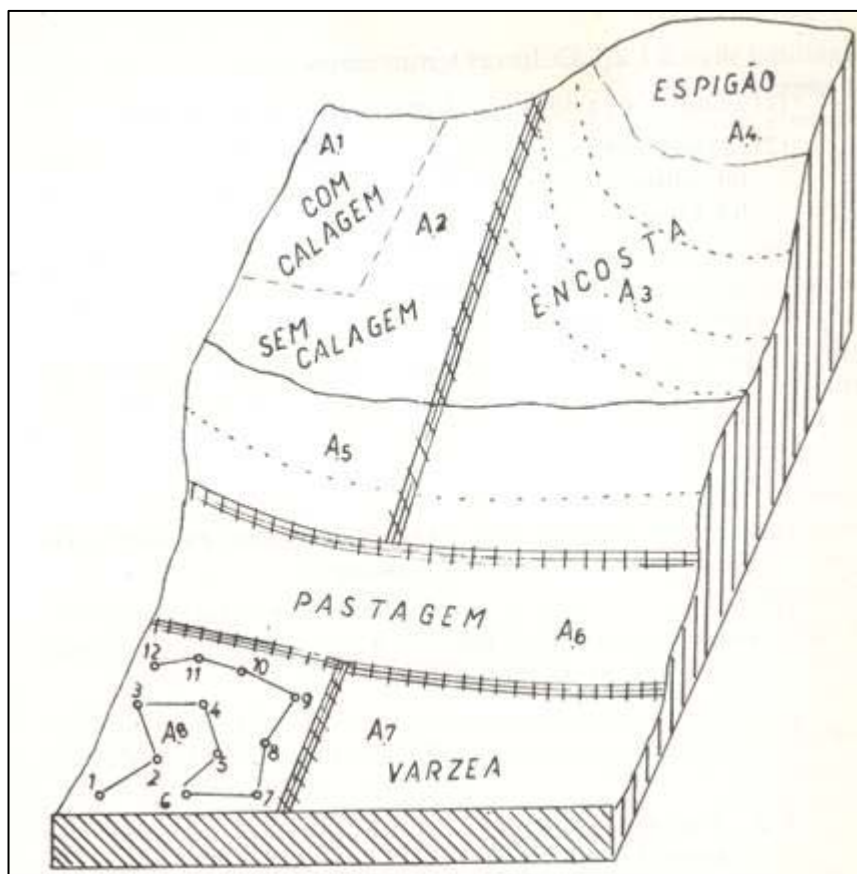


Figura 6. Separação de sub áreas quando necessário, caso necessário, para retirada das amostras de solo.

TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM PARA CULTURA DE CICLO CURTO

Caso a topografia se apresente uniforme, sem manchas de solo, e também se o terreno for todo plano, retire 15 amostras simples em zigue-zague e coloque em balde limpo, formando uma amostra composta. Logo após essa tarefa, homogenize no balde, ou no chão limpo (sem detritos orgânicos), o solo coletado. Coloque aproximadamente 500g do solo em saco plástico limpo, não esquecendo de colocar uma etiqueta, para separar de outras áreas se você for amostrar.

Caso a área apresente topografia irregular, separe as amostras simples e compostas. Retire 15 sub amostras do plano alto, homogeneíze e forme uma amostra composta e proceda da mesma forma para a encosta e baixada.

A profundidade de amostragem para cultura de ciclo curto são 20 cm, não necessitando você se preocupar com medições de profundidade, caso use o trado.

TÉCNICA DE AMOSTRAGEM PARA CULTURAS PERENES

Caso a cultura não esteja implantada, tome os cuidados mencionados anteriormente e comece a tradagem. Nesse caso, necessita-se de dois baldes plásticos limpos, pois em culturas perenes ou ciclo longo, se usa profundidades diferentes de amostragens. No primeiro ponto de amostragem, colete na profundidade de 20 cm e coloque o solo em um dos baldes, previamente etiquetado (balde nº1), no mesmo buraco coloque o trado e a fatia retirada de solo será na profundidade de 40 cm, balde nº 2. Proceda as demais retiradas andando em zigue-zague na área, usando a mesma técnica que você procedeu no primeiro ponto de amostragem. Homogenize cada amostra em separado, coloque em sacos separados e previamente etiquetados.

Caso a cultura já esteja implantada, ou seja, por exemplo, um laranjal com um ou mais anos de idade, proceda operações que você efetuou para culturas perenes não implantadas, mas o local ou ponto de coleta deve ser no rodapé da planta, pois aí são realizadas as adubações em cobertura, podendo haver conseqüentemente poder residual de outras adubações, o que poderá gerar economia na adubação futura. Recomenda-se também que se façam uma amostragem a parte entre as fileiras das plantas.

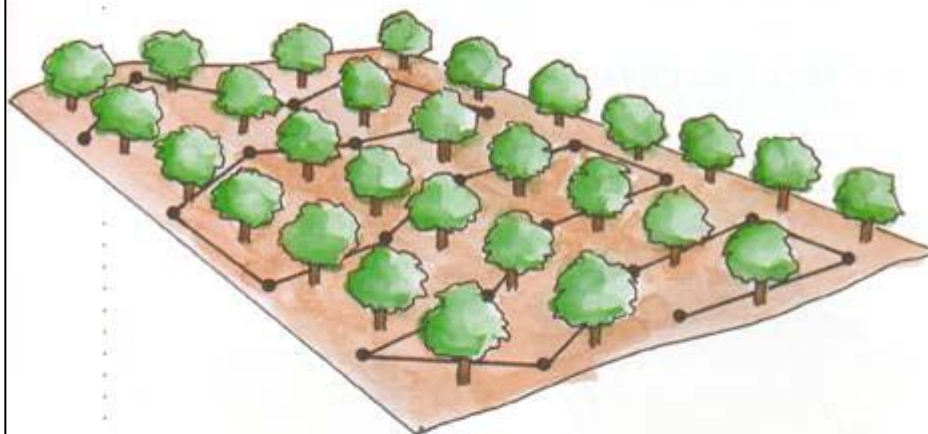
AMOSTRAGEM DO SOLO PARA PASTAGENS E CAPINEIRAS

Para a implantação de pastagens e capineiras, a técnica de amostragem é a mesma utilizada para culturas de ciclo curto, amostrando-se na profundidade de 0-20 cm. Para forrageiras bem estabelecidas, sem a incidência maior de ervas daninhas, preconiza-se 0-10 cm de profundidade.

As figuras a seguir, mostram o processo de coleta, desde a limpeza do local até a análise.

2.1 RETIRE AMOSTRA DO SOLO PARA ANÁLISE

A coleta do solo deve ser feita em vários pontos da área, caminhando-se em ziguezague, utilizando enxadão, cavadeira de boca ou trado.



Atenção: Devem ser retiradas, no mínimo, 20 amostras simples de cada talhão, para obtenção de amostra composta, representativa da área.

2.1.1 LIMPE O CHÃO COM A ENXADA, RETIRANDO O CAPIM, AS PEDRAS E FOLHAS, NOS PONTOS ESCOLHIDOS



Atenção: As amostras devem ser retiradas de locais distantes de formigueiros, cupinzeiros, depósitos de calcário, de adubo e de esterco, para os resultados não serem distorcidos.

2.1.2 FAÇA UMA COVA

A cova deve ser feita com enxada, à profundidade de 40 centímetros.



2.1.3 ACERTE BEM OS LADOS DA COVA



**2.1.7 COLOQUE ESTA
FATIA DE SOLO, EM
OUTRO BALDE,
TAMBÉM
IDENTIFICADO**

Atenção: 1. As operações anteriormente descritas devem ser repetidas em todos os pontos escolhidos para a retirada da amostra.

2. Todas as amostras retiradas da superfície do solo a 20 centímetros de profundidade bem como aquelas retiradas de 20 a 40 centímetros devem ser colocadas nos respectivos baldes, já identificados, para obtenção das amostras compostas, representativas de cada profundidade.



**2.1.8 HOMOGENEÍZE A MISTURA DE CADA
BALDE, SEPARADAMENTE,
DESTORROANDO BEM O SOLO**



**2.1.9 RETIRE, APROXIMADAMENTE,
500 GRAMAS DA MISTURA
DE CADA BALDE**



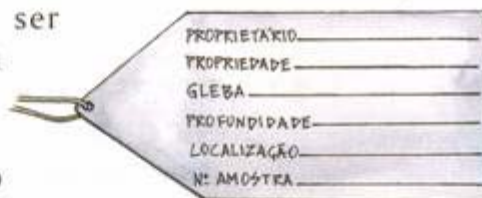
2.1.10 COLOQUE CADA AMOSTRA REPRESENTATIVA, EM SACO PLÁSTICO LIMPO



2.1.11 IDENTIFIQUE AS AMOSTRAS

As amostras deverão ser identificadas com uma etiqueta com:

- ♦ nome do proprietário
- ♦ nome da propriedade
- ♦ gleba
- ♦ profundidade de coleta
- ♦ localização
- ♦ nº da amostra
- ♦ data da coleta
- ♦ cobertura vegetal existente
- ♦ cultura a ser implantada



CUIDADOS ESPECIAIS DURANTE A AMOSTRAGEM

- a) Separe sempre as áreas a serem amostradas com fidelidade, ou seja, áreas com topografia irregular, como foi dito, necessitam de amostragem em separado. O mesmo ocorre caso haja manchas muito claras ou escuras no solo.
- b) Não amostre próximo a dejeções de animais, formigueiros ou cupinzeiros.

- c) Ande na área sempre em zigue-zague, pois os pontos de amostragem ficarão mais ao acaso, com aproximação da verdade química do solo.
- d) Use sempre balde limpo, pois pode ocorrer erros graves na análise.
- e) Homogenize bem as sub amostras, para a formação da amostra composta.
- f) Coloque sempre as etiquetas nas amostras compostas e preencha a ficha de remessa da análise dando as maiores informações possíveis.
- g) Não demore de mandar o solo para o laboratório, pois poderá ocorrer modificações químicas na área amostrada.

PREENCHIMENTO DA FICHA DE REMESSA DO SOLO AO LABORATÓRIO

Lembre-se que você está enviando ao laboratório 500g de solo em cada amostra composta que representa hectares, logo além dos cuidados que devem ser observados, a ficha precisa ser preenchida de modo o mais criterioso possível, como: coloque o nome do Município da propriedade agrícola, do proprietário, mencione a cultura que estava implantada e a que se deseja instalar. Não esqueça de colocar na ficha referências sobre a topografia da área amostrada, calagem e adubações feitas anteriormente, inclusive às épocas. No caso de culturas perenes instaladas, mencione a idade.

Capítulo 2 - ADUBO OU MATERIAL FERTILIZANTE

Material de origem mineral ou orgânica, contendo dois ou mais nutrientes que aplicado no solo, na água de irrigação (fertirrigação) ou diretamente na planta, de modo devido, concorre para o aumento da produção e produtividade agrícola.

CLASSIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS MATERIAIS FERTILIZANTES

Os adubos são classificados em dois grandes grupos como: minerais e orgânicos.

ADUBOS MINERAIS

Podem conter macro e micronutrientes nas suas constituições ou ambos (adubos mistos ou misturas fertilizantes).

Adubos minerais com macronutrientes

Adubos Nitrogenados

Os principais adubos nitrogenados são: sulfato de amônio, uréia, nitrocálcio, nitrato de amônio e amônia anidra.

Adubos Fosfatados

Os adubos fosfatados são classificados em solúveis e insolúveis em água.

Fosfatados solúveis em água

Os principais adubos fosfatados solúveis em água são: superfosfato simples, superfosfato duplo ou triplo e superfosfato “30”, encontrado no sul do país.

Fosfatados insolúveis em água

São os fosfatos naturais minerais (apatitas e fosforitas). As principais apatitas são: Apatita de Araxá; Apatita de Jacupiranga, Apatita de patos, Apatita do morro do serrote e outros.

As principais fosforitas são: fosforita de Olinda, fosforita da Flórida, hiperfosfato, fosfato de Marrocos, fosfato de Irecê e outros.

Adubos potássicos

Os principais adubos potássicos são: cloreto de potássio, sulfato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio e nitrato de potássio, muito utilizado nos Estados Unidos. Tanto os adubos nitrogenados como os potássicos são solúveis em água.

Adubos cálcicos

São fontes de cálcio para as plantas, e também servem para corrigir a acidez do solo. Principais adubos cálcicos são: calcário calcítico ou cálcico, calcário dolomítico, calcário mangnesiano, sulfato de cálcio ou gesso agrícola. Esses produtos são insolúveis em água. Como fonte solúvel de cálcio o mais utilizado é o nitrato de cálcio.

Adubos magnesianos

Além de serem fontes de cálcio, os calcários dolomíticos e magnesianos também são fontes de magnésio para as plantas. Um adubo magnesiano, solúvel em água muito usado é o sulfato de magnésio.

Adubos sulfatados

São produtos insolúveis em água, com exceção do ácido sulfúrico e os principais são: gesso, flor de enxofre ou enxofre elementar e o ácido sulfúrico.

Adubos contendo micronutrientes

Os principais são:

Fontes de Ferro: sulfato de ferro e quelato de ferro (solúveis em água);

Fontes de Cobre: sulfato de cobre e quelato de cobre (solúveis em água);

Fontes de Zinco: sulfato de zinco e quelato de zinco (solúveis em água);

Fontes de Manganês: sulfato de manganês e quelato de manganês (solúveis em água);

Fontes de Boro: ácido bórico, bórax e solubor (solúveis em água);

Fontes de Molibdênio: ácido molibdico, molibdato de sódio e amônio (solúveis em água);

Fontes de Cloro: cloreto de sódio, que é o sal de cozinha.

Os quelatos são associações realizadas em laboratório (industrial) principalmente com o EDTA (etileno diamino tetracético) e um elemento metálico, como: ferro, cobre, zinco e manganês. Como fontes de micronutrientes, temos também, as “fritas” (FTE), que são insolúveis em água.

ADUBOS ORGÂNICOS

Os principais adubos orgânicos são:

- a) Estrumes (bovinos, ovinos, caprinos, muares, suínos, aves, coelhos, morcego e o estrume humano denominado adubo flamengo);
- b) Lixos: cru ou fermentado;
- c) Farinhas de ossos (crua, desengordurada, desgelatinada, autoclavada e calcinada);
- d) Vinhoto também denominado de: restilo, vinhaça ou garapão;
- e) Farinhas de sangue, chifres e peixes;
- f) Resíduos de esgotos;
- g) Tancage;
- h) Tortas oleaginosas (tortas de cacau, mamona, amendoim, algodão e outras);
- i) Composto orgânico;
- j) Vermicomposto;
- k) Adubos verdes;

- l) Restos de cultura;
- m) Urina de vaca;
- n) Biofertilizante;
- o) Outros.

As farinhas de ossos, farinha de sangue, farinha de peixe, farinha de chifres e tancage, são considerados na classificação como adubos orgânicos fosfatados, enquanto que os demais, são classificados como adubos orgânicos mistos.

Os adubos orgânicos devem ser curados ou curtidos para serem aplicados no campo, em virtude dos seguintes fatores:

- a) Para que não ocorra elevação de temperatura quando aplicados na cova ou sulco, devido ao processo de decomposição, o que causaria diminuição na germinação de sementes e dificuldades no pegamento de mudas ou estacas vivas;
- b) Alguns possuem índice salino elevado, o que prejudicaria a germinação de sementes ou pegamento de mudas;
- c) Só ocorre disponibilidade de nutrientes, para a planta quando o adubo está humificado.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICA DOS MATERIAIS FERTILIZANTES

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Granulometria do adubo (forma ou morfologia do adubo)

Os adubos minerais se apresentam em diferentes formas, como: cristalina, pulverulenta e granulada, sendo essa última a mais recomendada nas adubações sólidas com adubos solúveis em água, pois são mais estáveis física e quimicamente. Os adubos orgânicos têm como principal forma a farelada.

A forma granulada tem maior estabilidade física que as demais, pois diminui sobremodo o processo de higroscopicidade, por ter menor superfície de contacto dos grânulos entre si. Também tem influencia positiva na diminuição das perdas de nutrientes por

lixiviação ou retrogradação, já que a liberação dos mesmos ocorre de forma gradativa, sem, contudo, prejudicar a nutrição da planta.

A figura a seguir, mostra as diferentes granulometrias em que se apresentam os adubos minerais.

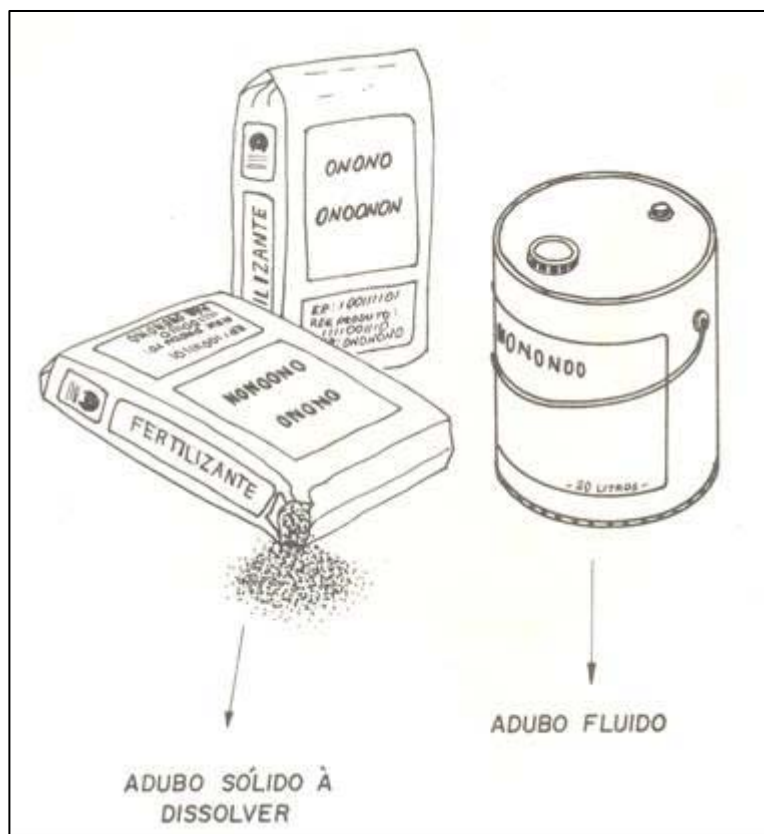


Figura 7. Diferentes formas de adubos. (ANDA, 2000)

Higroscopicidade

É a capacidade que tem o material fertilizante de absorver a umidade atmosférica a uma dada temperatura. O grau de higroscopicidade de um adubo, depende da concentração salina no mesmo, ou seja, adubo com maior índice de salinidade, é mais higroscópico. Outro aspecto a ser considerado, é a granulometria do material fertilizante, sendo que os cristalinos e pulverulentos, por serem constituídos por partículas menores, apresentam maior superfície de contacto, fomentando o processo de absorção de umidade. A higroscopicidade é uma característica negativa, pois ocorre uma mudança física no adubo, que inicialmente torna-se melado, resultando em empedramento, caso haja compactação provocada por peso. Tudo isso

leva a maiores custos com mão de obra e má uniformidade na distribuição do material em campo.

Independente da granulometria, os adubos devem ser armazenados de modo devido, levando-se em consideração alguns cuidados como:

1. Os sacos devem ser colocados sobre estrados de madeira, nunca em contacto direto com o chão;
2. A pilha não deve ser muito alta, para que não haja compactação dos sacos subjacentes, sendo no máximo, 8 a 10 sacos por pilha;
3. Caso ocorra algum acidente e um dos sacos apresente perfuração, consertar de imediato ou retirar-lo da pilha;
4. Fechar devidamente o saco, após a utilização do adubo;
5. Nos dias secos e ensolarados, abrir o depósito por alguns minutos, para que haja circulação de ar no ambiente.

Tabela 1. Grau de higroscopicidade dos principais materiais fertilizantes.

Adubos	Limites da umidade relativa do ar		
	20°C	30°C	40°C
1. Nitrogenados			
Salitre do Chile	55,4	46,7	35,5
Uréia	80,0	72,5	68,0
Sulfato de amônio	81,0	79,2	78,2
Nitrocálcio	60,0	58,2	52,4
2. Fosfatados			
Superfosfato simples	94,8	94,7	94,5
Superfosfato triplo	93,4	92,2	91,0
Superfosfato “30”	91,4	90,1	89,3
Apatitas e fosforitas	---	---	---
3. Potássicos			
Cloreto de potássio	85,7	84,0	81,2
Sulfato de potássio	98,5	96,3	95,7
Sulfato duplo de potássio e magnésio	98,6	97,4	95,9

Fonte: POTAFOS, 1989

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Índice salino do adubo

É a concentração de sais que apresentam os materiais fertilizantes nas suas constituições. Os adubos nitrogenados e potássicos possuem maiores índices salinos,

enquanto que os fosfatados têm menores índices de salinidade. Essa característica traz grandes prejuízos para o agricultor, na adubação de plantio, podendo diminuir a germinação das sementes e pegamento de mudas, caso haja contacto direto da parte de propagação com o adubo, principalmente se esse apresentar alto índice salino, ou ocorrer ascensão capilar de sais, mesmo estando o adubo separado devidamente da parte de propagação, isso ocorre quando o mesmo é aplicado em solo com baixa umidade, o mesmo ocorrendo com as adubações em cobertura no solo (círculo ou lua, meio círculo ou meia lua e linha), que prejudicam principalmente as culturas que apresentam tecidos com muita tenracidade (plantas aquosas), hortícolas ou usadas em paisagismo que não sejam xerófitas, pois apresentam maior rusticidade.

Tabela 2. Valores de índices salinos dos principais materiais fertilizantes.

Adubo	Índice salino
Salitre do Chile	100
Sulfato de Amônio	69
Uréia	75
Superfosfato simples	08
Superfosfato triplo	10
Superfosfato “30”	09
Sulfato de potássio	46,1
Cloreto de potássio	114 -116
Calcários	0
Fosfatos naturais minerais	0
Gesso agrícola	0

Fonte: POTAFOS, 1998

O salitre do chile por ser o único adubo nitrogenado natural que existe, foi tomado como padrão para determinação dos demais índices salinos existentes em outros adubos, já que os maiores problemas de influência maléfica na germinação de sementes ou pegamento de mudas, era devido principalmente quando se utilizava adubos nitrogenados e potássicos.

Índice de acidez

É a quantidade gasta de carbonato de cálcio necessária para neutralizar a acidez deixada no solo pelo emprego de 100 kg de determinado material fertilizante. Os adubos

podem apresentar um comportamento ácido ou básico no solo. Os sais amoniacais e o sal amídico uréia, apresentam comportamento ácido, isso ocorre devido a nitrificação do íon amônio, levando a liberação de íons de hidrogênio que irão diminuir o pH do solo. O uso de adubos orgânicos não humificados, também acidificam o solo, devido a produção de ácidos orgânicos no processo de decomposição. Contrariamente, as fosforitas, apatitas e calcários, aumentam o pH do solo. Os adubos fosfatos solúveis em água e os potássicos, não alteram o pH do solo.

Tabela 3. Valores de índices acidez dos principais materiais fertilizantes.

Adubo	Índice acidez
Salitre do Chile	29 (basicidade)
Sulfato de Amônio	110
Uréia	75
Superfosfato simples	0
Superfosfato triplo	0
Sulfato de potássio	0
Cloreto de potássio	0
Sulfato duplo de potássio e magnésio	0

Fonte: POTAFOS, 1989

CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

Solubilidade do adubo

É uma característica de grande importância, pois determina o uso do material fertilizante numa adubação de manutenção ou correção.

Adubo solúvel em água (conceito agronômico)

É o adubo que aplicado no solo devidamente úmido, se solubilizará de imediato, com a conseqüente descomplexação ou dissociação molecular, levando a liberação de imediato do(s) íon(s) encerrado na sua constituição, ficando passíveis de serem absorvido(s) pelas plantas.

Adubo insolúvel em água (conceito agrônômico)

São adubos que mesmo existindo umidade no solo, necessitam de um tempo de incubação para iniciar seus processos de solubilização, ficando o solo em pousio por um determinado período de tempo, que pode ser curto (gesso agrícola – 30 dias), médio (calcários – 60 a 90 dias) ou longo (apatitas e fosforitas – 120 a 160 dias).

Capítulo 3 - INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

A interpretação correta da análise é de grande importância para que a restituição de elementos nutritivos que foram retirados do solo por colheitas anteriores ou perdidos de diferentes modos sejam repostos de forma a mais aproximada das necessidades da cultura.

Embora possa parecer tarefa fácil, muitos erros na prática da adubação são provenientes de uma má interpretação da análise, às vezes ocorrendo por falta de conhecimento do assunto ou negligência de quem faz a interpretação dos parâmetros analisados. Para dilimir dúvidas que sempre ocorrem no âmbito dos que militam na área agrônômica e mais especificamente na fertilização de solos, teceremos comentários sobre os referidos parâmetros, como:

1. pH DO SOLO

É o índice que mede a concentração de íons hidrogênio na solução do solo, logo é a expressão da acidez ativa ou atual. Embora o pH do solo tenha a sua importância já que os elementos nutritivos são absorvidos pelas plantas na solução do solo, por vezes é superestimado o seu valor trazendo interrogações principalmente aos técnicos agrícolas e até mesmo a engenheiros agrônomos. Para melhor entendimento da ação dos íons hidrogênio sobre a vida das plantas cultivadas, faz-se necessário que se analise essa ação de modo direto e indireto na fisiologia vegetal.

Diretamente uma maior concentração de íons hidrogênio no solo não tem um efeito tão maléfico à planta, embora possa trazer alguns transtornos fisiológicos. Entretanto, indiretamente sabemos que a maior ou menor disponibilidade de nutrientes depende em muito do pH do solo. O gráfico abaixo, explicita a ação indireta do pH na vida vegetal em relação a disponibilidade de nutrientes. Deve-se ressaltar que as vezes o pH do solo está baixo e não quer dizer que seja necessária a prática da calagem, se por acaso outros componentes da reação do solo, como cálcio e magnésio e alumínio apresentem teores adequados. Pode ocorrer que os teores de cálcio e magnésio estejam acima do nível crítico e ainda o pH do solo ser $< 5,0$, o que se deve unicamente a um maior poder tampão do solo.

A figura abaixo, mostra o efeito indireto do pH, sobre a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Para melhor entendimento, procedemos uma análise do comportamento dos diferentes elementos conforme o pH do solo.

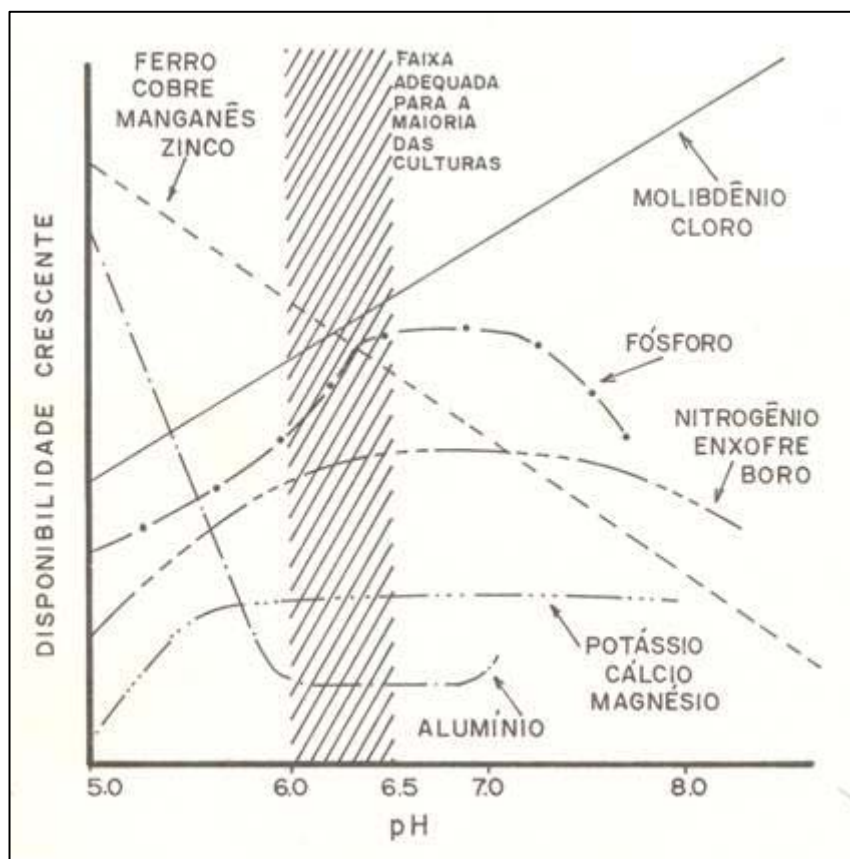


Figura 8. pH e a disponibilidade de nutrientes no solo (Adaptado Lopes, 1989)

Nitrogênio, enxofre e boro - Verificamos que em pH muito ácido ou alcalino, a disponibilidade desses elementos diminui isso ocorre em virtude da redução do processo de humificação da matéria orgânica que é a fonte natural dos mesmos para a planta.

Fósforo - O processo de fixação química ou retrogradação, ocorre estando o pH do solo numa faixa muito ácida, principalmente abaixo de 5,0, onde ocorre a precipitação do fósforo, através dos íons Fe, Al e Mn, formando fosfatos insolúveis, principalmente na forma de hidroxifosfatos desses íons. Na faixa básica, a retrogradação ocorre através do cálcio, havendo a formação do fosfato bi e tricalcico.

Cálcio, potássio e magnésio - A disponibilidade dessas bases, é maior quando o pH do solo está acima de 5,5, pois em pH muito baixo ocorre diminuição dos seus conteúdos, em virtude do processo de lixiviação.

Ferro, cobre, zinco e manganês - Esses micronutrientes metálicos, estão mais disponíveis quando o pH do solo é menor que 5,0, pois estão nas formas iônicas. A medida que o pH aumenta, ocorre a insolubilização desses íons para a forma de óxidos e hidróxidos, diminuindo consequentemente as suas disponibilidades.

Molibidênio e cloro - A medida que o pH do solo aumenta, ocorre um acréscimo na disponibilidade desses íons, por ocorrer descomplexações de compostos contendo os mesmos.

Alumínio - Com o aumento do pH, o alumínio trocável é insolubilizado para a forma de hidróxido de alumínio, diminuindo o seu efeito retrogradante e/ou fitotóxico para a planta.

2. MATÉRIA ORGÂNICA

È um parâmetro importante principalmente do ponto de vista qualitativo, pois permite prevê características que auxiliam no manejo físico e químico do solo, como: físico: maior ou menor possibilidade de erodibilidade, permeabilidade, aeração, capacidade de troca de cátions, poder tampão, disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, enxofre e boro com economicidade para essas adubações possibilidade de complexação de elementos metálicos, como: ferro, alumínio e manganês, maior disponibilidade de fósforo pela complexação do alumínio, menores riscos com adubos que apresentem altos índices salinos, como: uréia e cloreto de potássio, efeitos menos perniciosos do uso de herbicidas, fungicidas, bactericidas, nematicidas etc, preservando a vida de micro e macroorganismos.

Antigamente expressava-se o teor de matéria orgânica e carbono por porcentagem. Hoje o sistema internacional indica que os mesmos devem ser expressos g C(ou M.O.)/dm³.

Na determinação do teor de matéria no solo multiplica-se o carbono orgânico por 1.72 (constate).

Tabela 4. Classificação quantitativa para carbono orgânico e matéria orgânica no Brasil.

Classificação	Carbono Orgânico	Matéria Orgânica	Carbono Orgânico	Matéria Orgânica
	g/dm ³		%	
Baixo	<9	<15	≤1,4	≤2,5
Médio	9 a 14	15 a 25	1,5 a 3,0	2,6 a 5,6
Alto	>14	>25	>3,0	>5,0

Fonte: Tomé Junior, 1997

3. FÓSFORO

Para efeito didático pode-se considerar o nível crítico (NC) de fósforo em torno de 10 mg/dm³, o que significa que abaixo desse valor o coeficiente de resposta a adubação fosfatada é superior a 90%. Isso não quer dizer que não se faça adubações com valores acima de 10 mg/dm³, entretanto as respostas serão menores quando os teores desse elemento for igual ou superior ao seu nível crítico.

4. POTÁSSIO

Didaticamente, o nível crítico de potássio no solo, está em torno de 43 mg/dm³, logo, os maiores coeficientes de respostas do elemento, estão situados abaixo desse nível, entretanto, acima do mesmo, pode-se realizar adubações com boas respostas.

5. SÓDIO

Embora apresente algumas funções fisiológicas similares ao potássio, esse elemento não tem importância agrônômica em termos de nutrição, pois havendo uma substituição maior do potássio pelo mesmo, podem ocorrer desarranjos fisiológicos e até mesmo levar o solo ao processo de desfloculação (dispersão de partículas dificultando a drenagem e a aeração do solo). Esses efeitos mencionados são muito comuns em solos halomórficos, comuns em regiões áridas e semi áridas.

6. CÁLCIO + MAGNÉSIO

Para maior entendimento da reposição ou não desses elementos nutritivos ao solo, deve-se ter pleno conhecimento sobre o nível crítico de cálcio + magnésio que é de 2,0

cmol/dm³ de solo. Levando-se em consideração os valores gerais desses elementos no solo são expressados como: baixo <2,0 cmol/dm³ de solo, médio entre 2,0 a 4,0 cmol/dm³ de solo e alto > 4,0 cmol/dm³ de solo. Chamamos atenção que o considerado acima não se trata de exigências específicas de cada cultura.

Embora na prática não se consiga uma distribuição como a mencionada abaixo, um solo fértil com boas condições nutricionais para diferentes culturas, devem apresentar as seguintes saturações em cátions:

% Ca = 50 a 70%

% H = 15 a 20 %

% Mg = 10 a 15%

% K = 3 a 5%

Relações existentes entre cátions (Ca/Mg, Ca/K e Mg/K)

Essas relações não têm importância prática, tratando-se de uma utopia, o importante é que os teores dos elementos mencionados estejam adequados, com boas saturações desses elementos no complexo adsorativo de troca, e que não haja preponderância muito grande de um elemento em relação ao outro, para que não ocorram os problemas mencionados abaixo:

a) Adubações pesadas de potássio em solos pobres de magnésio, normalmente levam a uma deficiência de magnésio, logo para que não ocorra o problema deve-se prevenir com uma calagem previamente efetuada antes da adubação potássica;

b) Embora seja mais barato que os calcários dolomítico e magnesiano, o calcário calcítico só deve ser aplicado se o conteúdo de magnésio no solo for superior a 0,8 cmol/dm³, para que não ocorra problemas com a nutrição em magnésio.

Fórmulas para cálculo das percentagens de saturação de cálcio, magnésio, potássio e sódio

$$\%Ca = \frac{C_{molc}(Ca)/dm^3}{C_{molc}(CTC \text{ total})} \times 100$$

CTC ou T = Ca + Mg + K + (H + Al), expresso em Cmolc/dm³

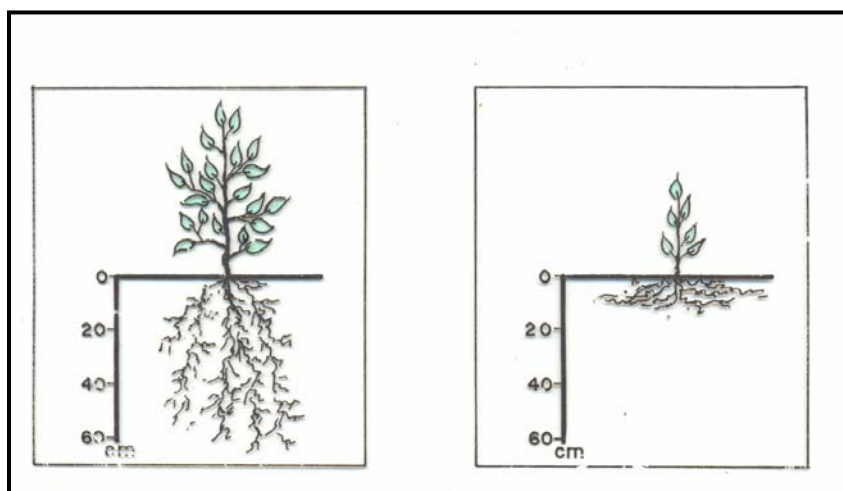
$$\%Mg = \frac{Cmolc(Mg)/dm^3}{Cmolc(CTC\ total)/dm^3} \times 100$$

$$\%K = \frac{Cmolc(K)/dm^3}{Cmolc(CTC\ total)/dm^3} \times 100$$

$$\%Na = \frac{Cmolc(Na)/dm^3}{Cmolc(CTC\ total)/dm^3} \times 100$$

7. ALUMÍNIO TROCÁVEL

Ao interpretar valores de alumínio trocável no solo sabemos que o ideal é não termos a presença desse elemento, pois além da sua ação retrogradante em relação ao fósforo no solo seja qual for o teor de alumínio, o que irá diminuir a disponibilidade daquele nutriente para planta, também deve-se levar em conta que o alumínio pode ser fitotóxico a depender da sua saturação.



Planta com desenvolvimento radicular adequado.

Planta com desenvolvimento radicular limitado à camada arável.

Figura 9. Barreiras químicas para o desenvolvimento das raízes.
(POTAFOS,1998)

A figura a cima mostra o efeito maléfico de íons como alumínio, ferro e manganês que estando em excesso no solo reduz drasticamente o crescimento do sistema radicular das plantas.

Fórmula para cálculo da percentagem de saturação de alumínio:

$$m\% = \frac{\text{Cmolc(Al)/dm}^3}{\text{Cmolc(CTC efetiva)/dm}^3} \times 100$$

$$\text{CTC efetiva} = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Al}, \text{ (expresso em Cmolc/dm}^3\text{)}$$

Tabela 5. Interpretação dos valores m%

m%	Classificação
0-15	Baixo (não prejudicial)
16-35	Médio (levemente prejudicial)
35-50	Alto (prejudicial)
>50	Muito Alto (muito prejudicial)

Fonte: Malavolta (1989)

* os solos com m% maior que 50% e mais que 0,3 Cmolc/dm³ de alumínio trocável são chamados de álicos.

8. SOMA DE BASES DE UM SOLO

Como o próprio nome diz é a soma dos cátions: cálcio, magnésio e potássio, sendo representadas pela letra S, e expressa cmol_c/dm³.

$$S = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + (\text{Na}) \text{ (cmol}_c\text{/dm}^3\text{)}$$

A soma de bases é um dado importante, pois indica a pobreza ou riqueza do solo dos nutrientes acima citados.

9. CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIIONS DE UM SOLO

Representado por CTC ou T, diz respeito a quantidade total de cátions retirados no solo, em estado trocável. Também é expresso em Cmol_c/dm³.

$$\text{CTC ou T} = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + (\text{H} + \text{Al})(\text{Cmol}_c/\text{dm}^3)$$

Um valor baixo da CTC do solo indica que o mesmo não suportaria adubações ou calagens pesadas, havendo grandes perdas de nutrientes por lixiviação.

10. PERCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE BASES DE UM SOLO

É a soma das bases trocáveis expressa em percentagem da capacidade de troca de cátions. Representada por V sendo expressa em %, ou seja, (V%). Um solo com percentagem de saturação baixo, indica que o colóide ou micela tem uma maior adsorção de H^+ e Al^{++} , e menores quantidades de Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ . Nesse caso o solo poderá ser ácido, podendo inclusive ter alumínio tóxico a planta.

$$V = \frac{100 \times S}{\text{CTC}} (\%)$$

CTC

Obs.: O V da fórmula acima é o teor da percentagem de saturação de bases do solo, logo é o V_1

Solos eutróficos (férteis): $V \geq 50\%$

Solos distróficos (pouco férteis): $V < 50\%$

Solos álicos (muito pobres): $\text{Al trocável} \geq 0,3 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$ e $m\% \geq 50\%$.

Tabela 6. Valores de S, CTC e V encontrados em solos.

Cmol/dm³		Interpretação
< 2,5	S	Baixa
2,6 a 5,5		Média
> 5,5		Alta
< 5,0	CTC	Baixa
5,1 a 15,0		Moderada
15,0 a 50,0		Alta
> 50,0		Muito alta
(%)	V	Interpretação
< 50		Baixa
51 a 70		Média
71 a 80		Boa
> 80		Alta

Fonte: Seminário de Fertilidade do Solo, Manaus, 1982

Capítulo 4 - CALAGEM

A calagem é uma prática agrícola bastante difundida nas regiões, onde a agricultura encontra-se com um grau de racionalização adequado.

FINALIDADE

Visa neutralizar a acidez do solo, diminuindo os conteúdos de hidrogênio (H^+) e Alumínio (Al^{+++}) e aumentar as concentrações de cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}). Com isso ocorrerá melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a produção e a produtividade agrícola.

PORQUE OS SOLOS FICAM ÁCIDOS?

- a) Absorção de elementos básicos pelas culturas (potássio, cálcio, magnésio, sódio);
- b) Lixiviação de cátions básicos;
- c) Uso de sais nitrogenados, amoniacais (sulfato de amônio, nitrato de amônio, nitrocálcio) e do sal amídico (uréia);
- d) Uso de adubos orgânicos ainda imaturos, pela acidificação causada por ácidos orgânicos como o cítrico;
- e) Erosão, sendo a principal a hídrica laminar.

CARACTERÍSTICAS DE UM SOLO ÁCIDO

- a) Pobreza em elementos básicos, principalmente se a acidez for muito acentuada;
- b) Presença de alumínio trocável, elemento retrogradante do fósforo, podendo ser fitotóxico;
- c) Baixa disponibilidade de fósforo;
- d) Pequena humificação e mineralização da matéria orgânica, diminuindo consequentemente a disponibilidade de elementos encerrados na mesma;
- e) Baixa população de micro e macroorganismos;
- f) Menor eficiência dos materiais fertilizantes, principalmente os manufaturados.

MATERIAIS USADOS NA PRÁTICA DA CALAGEM

Embora existam inúmeros materiais, os mais econômicos e de uso técnico correto são os calcários, como: calcários calcíticos ou cálcicos, dolomíticos e magnesianos. Em virtude de conter nas suas constituições, maiores teores de óxido de magnésio (MgO) e bons conteúdos de óxido de cálcio (CaO), os calcários magnesianos e dolomíticos são mais usados que os calcíticos.

Tabela 7. Composição dos principais materiais usados na prática da calagem.

Material	CaO (%)	MgO (%)
Calcíticos	40 – 45	< 6
Magnesianos	31,39	6 – 12
Dolomíticos	25 – 30	> 12

Fonte: Manual Ultrafertil, 1985.

Para o procedimento do cálculo do PRNT do calcário, são determinados os teores de óxido de cálcio e óxido de magnésio, obtendo-se, por conseguinte o poder de neutralização (PN), ou valor de neutralização (VN), que é o componente químico. Como componente físico para determinação do PRNT, faz-se a análise granulométrica do material corretivo, determinando a sua eficiência relativa (ER). O material calcário é bigranulométrico, apresentando uma fração granulométrica mais refinada, neutralizando a acidez do solo entre 60 e 90 dias, e uma outra parte com a granulometria maior para que ocorra um efeito residual ou seja, que as freqüências de calagem fiquem entre 2 e 2 anos ou 3 e 3 anos.

Fórmula geral para cálculo do PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total do calcário)

$$\text{PRNT} = \frac{\text{VN} \times \text{ER}}{100}$$

QUANTIDADE A APLICAR DE CALCÁRIO

A quantidade a aplicar de calcário no solo não está na dependência do pH, embora a acidez seja o fator que leva a diminuição do mesmo, logo não se faz calagem baseado no pH do solo. Os métodos mais utilizados no Brasil para as recomendações de calagem são:

- a) Elevação dos teores de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ e/ou insolubilização de Al^{+++}
- b) Percentagem de saturação de bases.

A escolha de um ou outro método varia de região para região, Instituição de pesquisa ou preferência do técnico por uma ou outra fórmula.

Método – ELEVAÇÃO DOS TEORES DE $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ E/OU INSOLUBILIZAÇÃO DO Al^{+++} .

Esse método visa aumentar os conteúdos de cálcio e magnésio ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) no solo, que deve ser igual ou superior a 2,0 cmol/dm³ de solo, e insolubilizar o alumínio trocável (Al^{+++}), tornando-o igual a 0,0 cmol/dm³ ou bem próximo desse valor.

Para aumentar os conteúdos de cálcio + magnésio usamos a seguinte fórmula:

Nos solos característicos dos tabuleiros costeiros e outros, com um baixo percentual de argila, e com predominância de areia, solos tidos com “poder tampão normal”, usa-se a fórmula abaixo:

$$\text{NC (t/ha)} = (2,0 - \text{cmol/dm}^3 \text{ Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) \cdot 2,0 \cdot f$$

NC = Necessidade de calcário

t = tonelada

ha = hectare

2,0 = teor mínimo aceitável de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ no solo.

cmol/dm³ $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ = quantidade de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ encontrado no solo depois de analisado.

2,0 = fator de correção usado para solos tidos com “poder tampão normal” (efeito didático).

$$f = \frac{100}{\text{PRNT}}$$

Em solos com grande concentração de argilas do grupo 2:1, como é o caso de massapê de Santo Amaro da Purificação (solos com alto poder tampão), utiliza-se a mesma fórmula anteriormente usada, mudando-se, entretanto o fator de correção.

$$NC \text{ (t/ha)} = (2,0 - \text{cmol/dm}^3 \text{ Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) 3,0 \times f$$

Caso o solo seja extremamente arenoso, o fator de correção deve ser menor conforme é indicado abaixo:

$$NC \text{ (t/ha)} = (2,0 - \text{cmol/dm}^3 \text{ Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) 1,5 \times f$$

1,5 = fator de correção para solos arenosos, com baixíssimo percentual de argila.

A mudança do fator de correção nesses três tipos de solo, deve-se ao poder tampão dos mesmos. O poder tampão é uma reação que o solo oferece as mudanças bruscas no seu pH. Essa reação é condicionada a uma menor ou maior concentração de colóides no solo.

Solos com maior concentração de areia e menor de argila, são solos com menor poder tampão e bastantes susceptíveis a mudanças no seu pH, com uso exagerado de produtos ácidos ou alcalinos, logo o fator de correção da fórmula deve ser menor. Quando a concentração de argila aumenta, o pH do solo fica mais estável (solos com poder tampão normal).

Solos argilosos ou húmicos apresentam uma maior concentração de colóides, logo fica dificultada a subida ou descida do pH. Os solos com poder tampão alto, necessitam que o fator de correção da fórmula seja maior, o que incide no uso de maior quantidade de calcário.

Fórmula para neutralizar o alumínio trocável do solo (Al^{+++}):

$$NC \text{ (t/ha)} = \text{cmol/dm}^3 \text{ Al}^{+++} \times 2,0 \times f$$

2,0 = fator de correção para solos com poder tampão médio

$$NC \text{ (t/ha)} = \text{cmol/dm}^3 \text{ Al}^{+++} \times 1,5 \times f$$

1,5 = fator de correção para solos com poder tampão baixo

$$NC \text{ (t/ha)} = \text{cmol/dm}^3 \text{ Al}^{+++} \times 3,0 \times f$$

3,0 = fator de correção para solos com poder tampão alto

Método – PERCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE BASES.

O cálculo de calagem por esse método tem ampla difusão no país, principalmente nos estados do sul.

$$\text{Fórmula: NC (t/ha)} = \frac{T(V_2 - V_1) f}{100}$$

T ou CTC = capacidade de troca de cátions

V_2 = % de saturação de bases ótima para diferentes culturas (valor de tabela).

V_1 = % de saturação de bases encontrado no solo.

A tabela abaixo, mostra o V_2 determinado para diferentes culturas, através trabalhos de calibração com calcário.

Tabela 8. Valores de saturação em bases (V_2) adequados para calagem de diversas culturas.

Culturas	V2(%)	Observações
A. Cereais		
Arroz sequeiro	50	Não aplicar mais de 3t/ha de calcário/vez
Arroz irrigado	60	Não aplicar mais de 3t/ha de calcário/vez
Milho e sorgo	70	Não aplicar mais de 3t/ha de calcário/vez
Trigo (sequeiro ou irrigado)	60	Não aplicar mais de 3t/ha de calcário/vez
B. Leguminosas		
Feijão, feijão de vagem, soja e adubos verdes	70	
Outras leguminosas	70	
C. Oleaginosas		
Amendoim e girassol mamona	70	
D. Plantas Fibrosas		
Algodão	70	Utilizar calcário contendo magnésio
Crotalária-juncea	70	
Fórmio	50	
Rami	60	
Sisal	70	Exigente em magnésio
E. Plantas industriais		
Cafê	70	Não aplicar mais de 5t/há de calcário/vez
Cana-de-açúcar	60	Não aplicar mais de 10 t/há de calcário/vez
Chá	40	
F. Raízes e Tubérculos		
Batata e batata doce	60	Exigente em magnésio
Mandioca	50	
Cará	60	Utilizar sempre calcário dolomítico
H. Hortaliças		
Abóbora, moranga, pepino. Chuchu, melão, melancia	70	
Alface, almeirão, acelga, chicórea e escarola	70	
Tomate, pimentão, pimenta, berinjela e jiló	70	
Beterraba, cenoura, mandioquinha, nabo e rabanete	70	
Repolho, couve-flor, brócolos e couve	70	
Alho e cebola	70	
Quiabo, ervilha e morango	70	
L. Frutíferas de Clima Tropical		
Abacaxi	60	Utilizar sempre calcário dolomítico
Banana	70	
Citros	70	
Mamão	80	
Abacate e manga	60	
Maracujá e goiaba	70	
J. Frutíferas de Clima Temperado		
Ameixa, nêspira, pêssego, nectarina, figo, maçã, marmelo, pêra, caqui, macadâmia e pecã.	70	
Uva	80	
L. Plantas Aromáticas e Medicinais		
Fumo	50	
Gramíneas aromáticas (capim-limão, citronela e palma-rosa)	40	

ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO DO CALCÁRIO

O calcário deve ser aplicado 60 a 90 dias antes de uma adubação de plantio, ou de cobertura, pois trata-se de um material insolúvel em água, necessitando conseqüentemente uma incubação no solo e que esse fique em pousio por algum tempo.

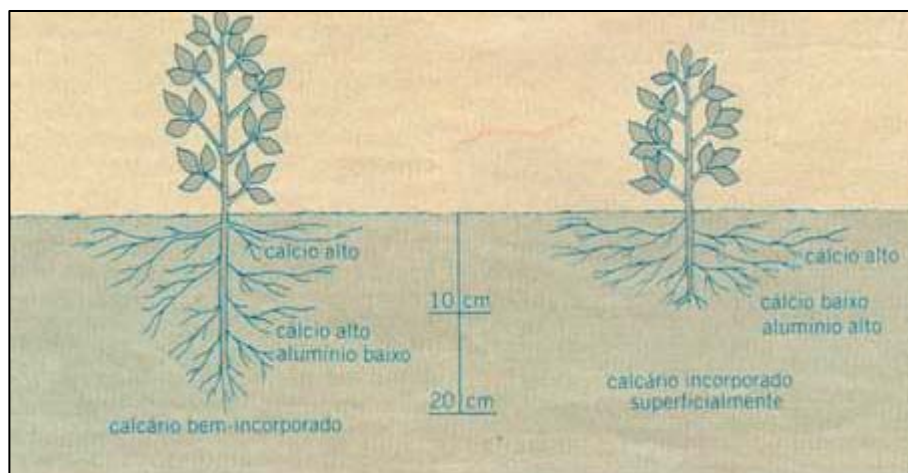


Figura 10. Modo de aplicar corretamente o calcário (Guia rural, 1990)

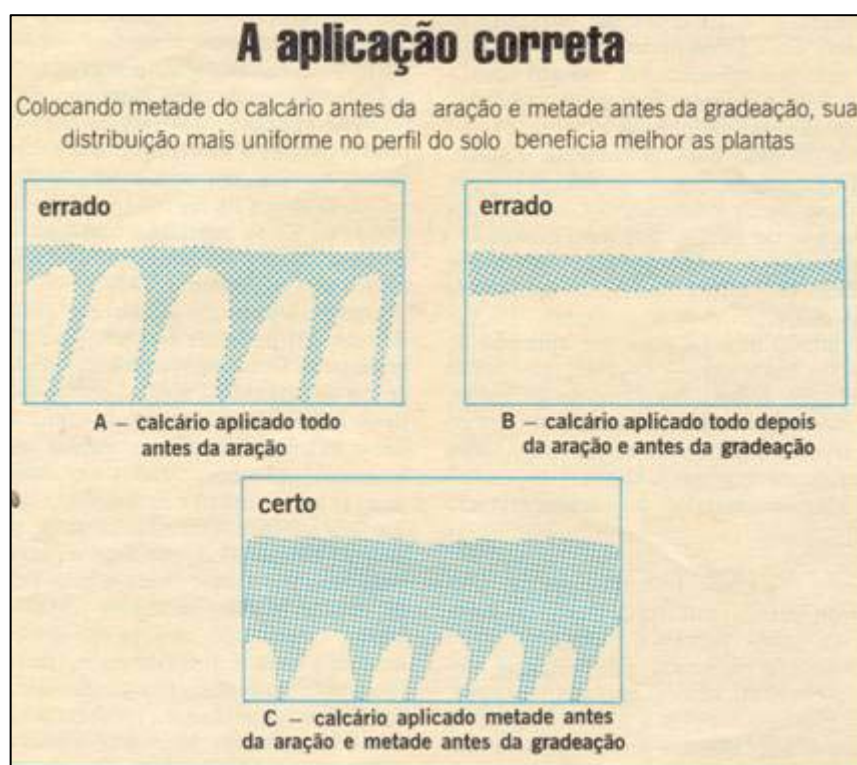


Figura 11. Época de aplicação do calcário (Guia rural, 1990)

O modo de aplicação deve ser o lanço, ou seja, cobrindo todo o solo, para maior contacto entre as partículas do calcário e o solo, pois sendo insolúvel em água a sua solubilização só ocorrerá através de contacto de partículas.

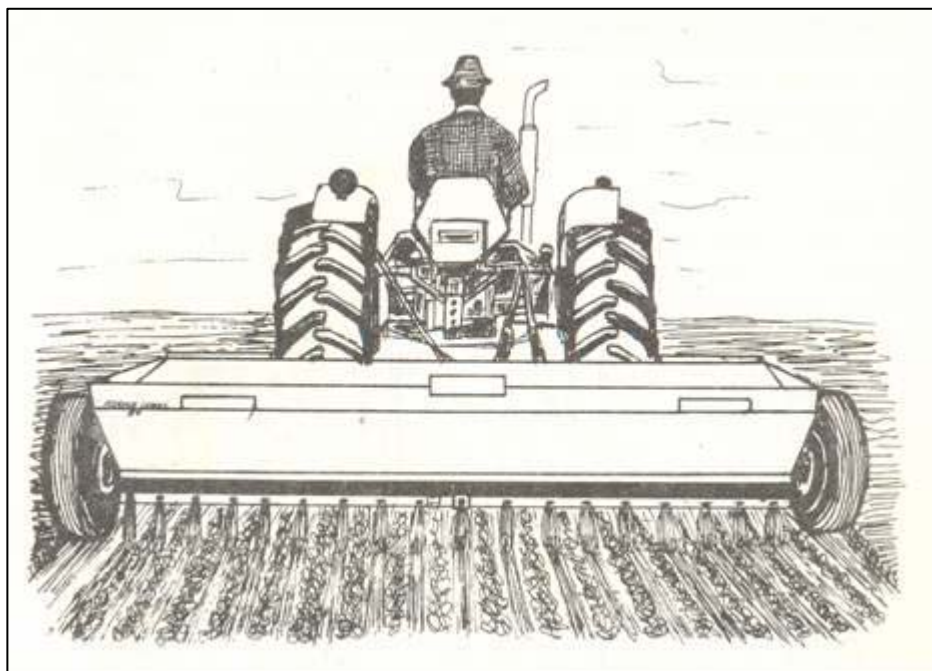


Figura 12. Aplicação de calcário (ANDA, 2000)

PROCESSO DE NEUTRALIZAÇÃO DO SOLO

Após a solubilização do calcário no solo ocorre o processo de descomplexação molecular, ficando o complexo adsortivo com maior riqueza dos íons cálcio e magnésio. Em sequência ocorre o processo de dessorção do íon alumínio para a solução do solo, deslocado pelo cálcio. Com a promoção de íons oxídrila devido à aplicação de calcário, o alumínio trocável (acidez trocável) é insolubilizado, passando para radicais hidróxidos até a formação do hidróxido de alumínio.

A acidez não trocável constituída principalmente pelo íon hidrogênio é reduzida ou eliminada, devido a insolubilização do mesmo por íons oxídrila, resultando na formação de água.

A acidez ativa é diminuída com o conseqüente aumento do pH do solo.

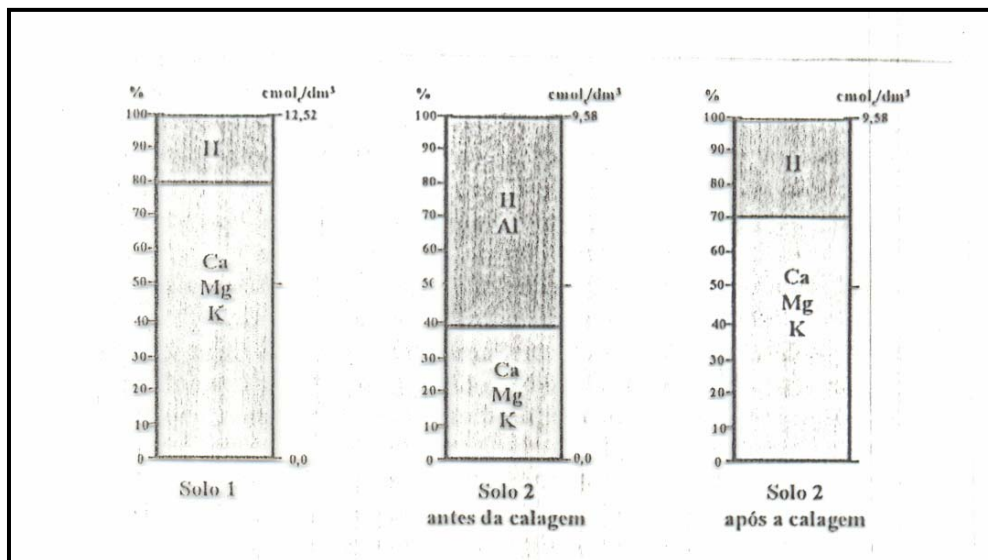


Figura 13. Diagrama para visualização global da ocupação da CTC dos solos 1 e 2. (Tomé, Jr, 1997)

EFEITOS PROPORCIONADOS PELA CALAGEM

Físicos

Melhora a estrutura do solo pelo efeito cimentante das partículas levado pelo íon cálcio, deixando o solo mais floculado, o que melhora a saída de CO_2 e CH_4 , entrada de O_2 no solo e a drenagem da água.

Químicos

- Aumento do pH do solo;
- Diminui o teor de alumínio trocável, aumentando a disponibilidade de fósforo;
- Aumenta a disponibilidade de nitrogênio, enxofre e boro;
- Aumenta a soma de bases, capacidade de troca de cátions e percentagem de saturação de bases;
- Eleva os teores de molibdênio e cloro;
- Aumenta a eficiência dos materiais fertilizantes.

Biológicos

Aumenta sobre modo a população de macro e microorganismos do solo.

SUPERCALAGEM

É o uso de calcário além das necessidades do solo, trazendo vários prejuízos como:

- a) Aumento exagerado do pH do solo;
- b) Pequena disponibilidade de nitrogênio, enxofre e boro, pela baixa taxa de humificação e mineralização da matéria orgânica em pH muito elevado;
- c) Baixa disponibilidade de fósforo em virtude da fixação do íon fosfato pelo cálcio, formando fosfatos bi e tricálcico que são insolúveis e inassimiláveis pelas plantas;
- d) Possibilidade de grandes perdas de potássio por lixiviação, por essa base ser trocada no complexo adsorativo pelo íon cálcio;
- e) Pouca disponibilidade dos micronutrientes metálicos ferro, cobre, zinco e manganês, por serem insolubilizados para as formas de óxidos e hidróxidos;
- f) Baixa eficiência dos materiais fertilizantes.

SUBCALAGEM

Aplicação de uma dosagem de calcário inferior às necessidades do solo, trazendo consequências maléficas como:

- a) Pequeno aumento do pH do solo;
- b) Baixos teores de cálcio e magnésio;
- c) Possível presença de alumínio trocável, levando a uma menor disponibilidade de fósforo, pela retrogradação do mesmo para hidroxifosfato de alumínio. Sendo que a mesma complexação pode ocorrer com os íons ferro e manganês;
- d) Pequena taxa de humificação e mineralização da matéria orgânica, diminuindo consequentemente as disponibilidades de nitrogênio, enxofre e boro;
- e) Baixos teores de molibidênio e cloro;
- f) Baixa eficiência dos materiais fertilizantes.

Capítulo 5 - GESSO AGRÍCOLA

É um subproduto industrial resultante do ataque por ácido sulfúrico a uma fosforita ou apatita na produção de superfosfato. O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é um sal pouco solúvel em água, que pode ser empregada como fonte de cálcio e enxofre ou na correção de camadas subsuperficiais do solo (20 a 40 cm ou 30 a 60 cm) apresentem as seguintes características: teor de cálcio $\leq 0,4 \text{ cmolc/dm}^3$ e, ou, alumínio trocável $\geq 0,5 \text{ cmolc/dm}^3$ e/ou saturação de alumínio $> 30\%$.

CARACTERÍSTICAS DO GESSO AGRÍCOLA

Características químicas

Cálcio – 17 a 20%

Enxofre – 14 a 17%

Ferro – 0,6 a 0,7%

Magnésio – 0,12%

P_2O_5 – 0,6 a 0,75%

Tendo ainda traços de B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo, Ni e outros elementos.

QUANTIDADE A APLICAR DE GESSO AGRÍCOLA

Conforme Raij, (1988), as pesquisas sobre o uso do gesso agrícola ainda são muito incipientes, o mesmo afirma: “ ao contrário de outras técnicas que tiveram origem no exterior e receberam aperfeiçoamentos e adaptações locais, o uso do gesso, principalmente para correção de subsolos ácidos foi praticamente uma descoberta brasileira”. Logo, as recomendações de uso abaixo, trazem muitas interrogações que só serão respondidas com maiores pesquisas sobre esse material corretivo e fertilizante.

Fonte de cálcio e enxofre

Como fonte suplementar de cálcio e enxofre, recomenda-se entre 100 a 250 kg/ha de gesso. Deve-se considerar que essa aplicação só deve ser efetuada caso a cultura tenha maior exigência em cálcio, como ocorre com as culturas do tomate, café, macieira e amendoim ou se o enxofre não estiver presente em alguma fonte constitutiva da mistura NPK, como é o caso de uma adubação eleita com: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Malavolta et al., (1981) citado por Raij (1988), sugeriram que a dosagem de gesso a aplicar para suprir cálcio e enxofre tivesse como base o teor de matéria orgânica do solo, conforme tabela abaixo:

Tabela 9. Dosagem de gesso conforme teor de matéria orgânica no solo.

Teor de matéria orgânica do solo (%)	Gesso a aplicar por ano (kg/há)
< 1,72	300-450
1,72 – 3,50	255-300
> 3,50	75-150

Fonte: Raij, (ANDA, 1988)

O critério de recomendação acima, é muito contestado, embora seja utilizado por alguns pesquisadores.

Recomendações de gesso em função da textura do solo para correção de subsuperfícies ácidas, com deficiência de cálcio e/ou presença de alumínio trocável

Tabela 10. Recomendação de gesso agrícola em função da classificação textural do solo para culturas anuais e perenes.

TEXTURA DO SOLO	DOSE DE GESSO AGRÍCOLA	
	Culturas anuais	Culturas perenes
ARENOSA	700	1050
MÉDIA	1200	1800
ARGILOSA	2200	3300
MUITO ARGILOSA	3200	4800

Fonte: Sousa et al., 1996

Recomenda-se a aplicação do gesso visando a melhoria do ambiente radicular das plantas, quando as camadas subsuperficiais do solo (20- 40 cm ou 30-60 cm), apresentarem as seguintes características: $\leq 0,4 \text{ Cmolc/dm}^3$ de Ca^{++} e/ou $> 0,5 \text{ Cmolc/dm}^3$ de Al^{+++} e/ou $> 30\%$ de saturação por Al^{+++} .

Em solos com baixa CTC, muito arenosos o uso maior de 500kg/ha de gesso leva a grandes perdas de cálcio por lixiviação.

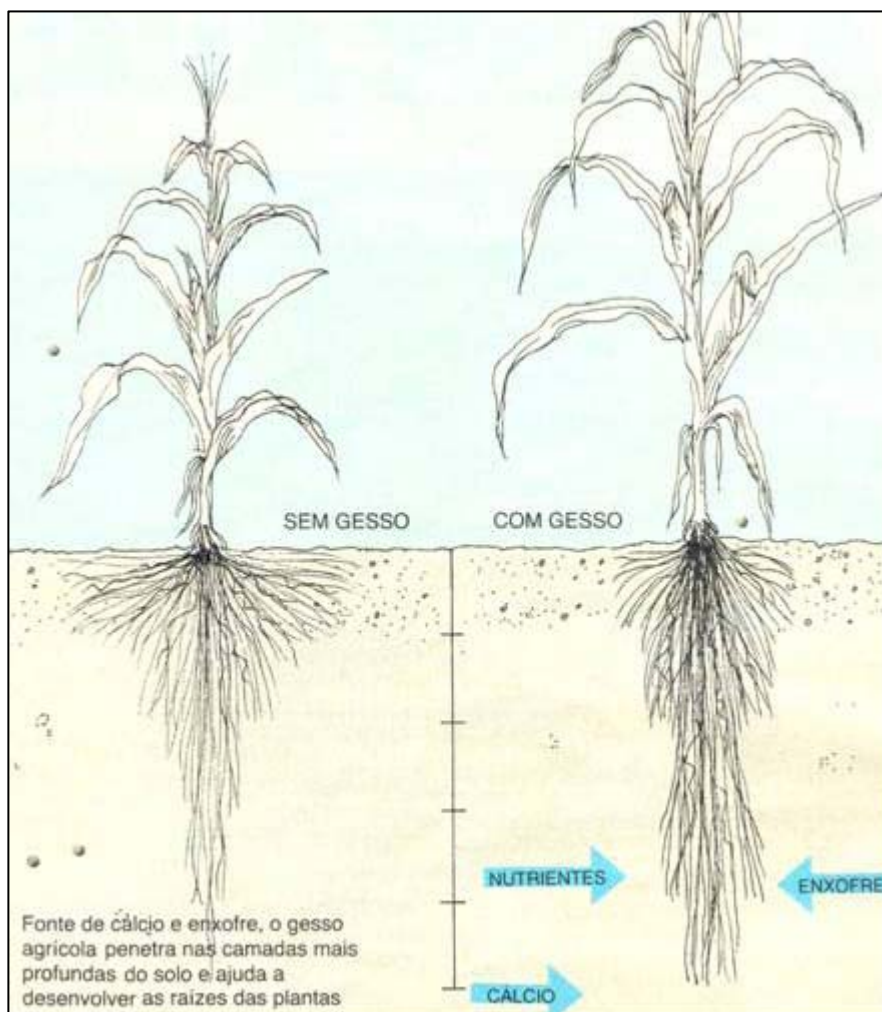


Figura 14. Efeito da aplicação de gesso no desenvolvimento das plantas (Guia rural, 1990)

ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO DO GESSO AGRÍCOLA

Para suplementações de cálcio e enxofre, pode-se aplicar o gesso em áreas localizadas como: cova e suco de plantio, e coberturas no solo em círculo ou meio círculo, com adubos solúveis em água. Entretanto, pela baixa solubilidade do produto, recomenda-se aplica-lo com

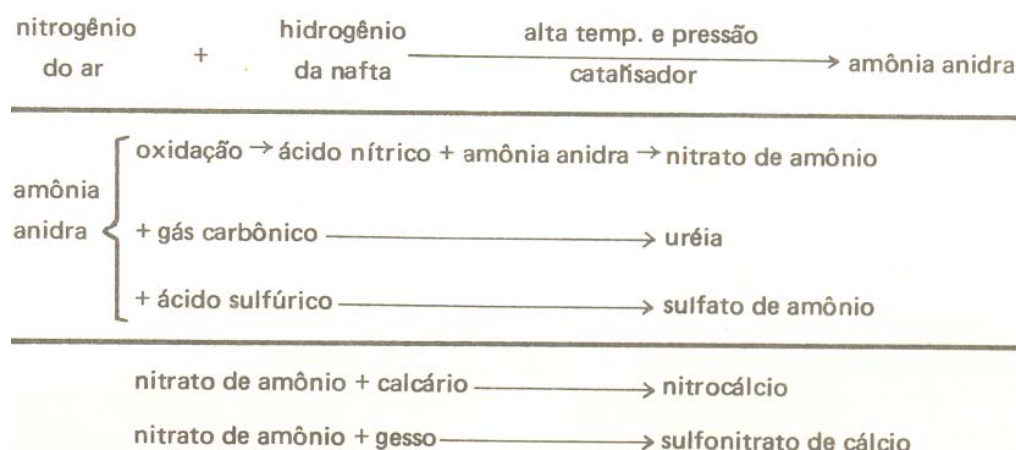
uma antecedência de 30 dias à aplicação dos outros adubos. Visando a correção de sub superfícies ácidas, recomenda-se o uso do gesso 60 a 90 dias após a calagem, sem a necessidade de incorporação do material ao solo, já que o radical sulfato tem maior mobilidade que o carbonato.

Capítulo 6 - ADUBAÇÃO NITROGENADA

PRINCIPAIS ADUBOS NITROGENADOS

Embora exista uma gama de fontes de nitrogênio para as plantas cultivadas, as mais usuais no Norte e Nordeste são: uréia, sulfato de amônio, e as misturas granuladas complexas fosfato monoamônico (MAP) e fosfato diamônico (DAP), que são adubos contendo nitrogênio e fósforo nas suas constituições. Em menor escala também se emprega o nitrocálcio.

Tabela 11. Obtenção dos principais adubos nitrogenados



Fonte: Guia de adubação Ultrafêtil, 1978

Uréia

É o adubo nitrogenado mais vendido no mundo e bastante empregado nas adubações: fundação ou em cobertura (solo, pulverizações foliares, fertirrigação). Dos adubos nitrogenados sólidos é o que apresenta maior concentração de nitrogênio (45% de N), como também é a forma de N mais estável no solo quimicamente (forma amídica). Tem como desvantagens apresentar altos índices de salinidade (75) e acidez (75), também tem como característica negativa o seu grau de pureza, pois é constituído apenas pelo nitrogênio. Morfologicamente o adubo pode ser encontrado no mercado nas formas cristalina ou granulada. A forma de grânulos deve ser preferencialmente eleita em relação à cristalina, pois

é menos higroscópica e tem melhor comportamento no solo, em virtude da liberação do nutriente ocorrer de modo parcimonioso. A uréia é um adubo muito higroscópico.

Por conter o nitrogênio amídico na sua constituição, e o mesmo só é absorvido após a reação de amonificação ou carbonatação proporcionada pela enzima urease que está no solo em grandes proporções.

Sulfato de Amônio

É um adubo empregado nas misturas NPK, principalmente quando as fontes de fósforo e potássio não contêm enxofre nas suas constituições. Se comparado com a uréia, tem pequena concentração de nitrogênio 20% de N na forma amoniacal, mas em contrapartida tem 24% de enxofre na forma de sulfato, sendo um adubo menos puro que a uréia (ponto positivo). Apresenta como desvantagens: altos índices salinos (69) e de acidez (110); fisicamente também é pouco estável (higroscópico), pois só é encontrado no mercado na forma cristalina, que tem maior superfície de contacto. Por kg de nutrientes é mais caro que o adubo uréia.

Misturas complexas – MAP e DAP

Embora não sejam fontes exclusivas de nitrogênio, são empregadas por nossos agricultores, principalmente nas adubações de plantio. A característica mais positiva dos fosfatos de amônio é que em cada grânulo do adubo estão encerrados os nutrientes nitrogênio e fósforo, ponto importante, pois minimizam as perdas desses elementos no solo, por lixiviação e retrogradação respectivamente.

Os teores de nitrogênio e fósforo nos fosfatos de amônio são: o fosfato monoamônico tem em média (11% de N) na forma amoniacal e (44% de P_2O_5) solúvel em água, e o fosfato diamônico, 18% de N na forma amoniacal e aproximadamente (40% P_2O_5) solúvel em água. Apresentam respectivamente (58) e (75) de índice de acidez.

Nitrocálcio

Das fontes de N apresentadas é a menos estável quimicamente no solo (perda por lixiviação), pois a metade do elemento no adubo está na forma nítrica, tem (27% de N) é um

adubo que apresenta pequeno índice de acidez (26). É bastante higroscópico. Tem pequenas concentrações de CaO e MgO, com respectivamente (7% e 3%), logo essas impurezas benéficas não podem ser pontos determinantes para escolha desse material, em relação a uréia ou o sulfato de amônio.

Tabela 12. Características químicas dos adubos nitrogenados.

PRODUTO	N TOTAL	N NÍTRICO	N AMONÍACAL	N AMIDICO	CaO	MgO	S	Índice [*] acidez	Índice ^{**} basicidade	Solubili- dade ^{***}
Amônia anidra	82	—	82	—	—	—	—	147	—	—
Cálcio cianamida	18	—	—	18	54	—	0,4	—	63	decompõe
Cloreto de amônio	24	—	24	—	—	—	—	140	—	—
Nitrato de amônio	34	17	17	—	—	—	—	62	—	118
Nitrato de cálcio	14	14	—	—	28	—	—	—	20	102
Nitrocálcio Ultrafertil	27	13,5	13,5	—	7	3	—	26	—	—
Salitre do Chile	15	15	—	—	—	—	—	—	29	73
Sulfato de amônio	20	—	20	—	—	—	44	110	—	71
Sulfonitrato de cálcio	27	13,5	13,5	—	8,0	—	4	—	—	—
Uréia	45	—	—	45	—	—	—	71	—	78

* Índice de acidez: é o número de quilos de carbonato de cálcio necessário para neutralizar a acidez originada pelo uso de 100 Kg do fertilizante.

** Índice de basicidade: é o número de quilos de carbonato de cálcio que exerce a mesma ação neutralizadora que 100 Kg de fertilizante.

*** Solubilidade: dada em partes/100 partes de água fria.

Fonte: Guia de adubação Ultrafertil, 1978

ESCOLHA DO ADUBO NITROGENADO

A má eleição de um adubo tem sido uma das causas de insucesso das adubações; logo, para que obtenhamos maiores respostas às adubações, deveremos proceder de maneira criteriosa à escolha do material fertilizante.

Em relação ao adubo nitrogenado, temos, na verdade, no mercado com maior disponibilidade apenas duas fontes: uréia e sulfato de amônia; para a escolha de um desses adubos deve-se atentar para os seguintes aspectos: concentração de N e preço (nesse particular, a uréia leva uma enorme vantagem em relação ao sulfato de amônio, pois tem mais que o dobro de sua concentração), constituição química do adubo (o sulfato de amônio, por conter nitrogênio e enxofre, tem uma maior diversidade de nutrientes), forma de N no adubo (ambos se equivalem, pois as formas de N neles contidas são quimicamente mais estáveis no solo que adubos contendo N na forma nítrica).

Como foi visto, ambas as fontes apresentam vantagens e desvantagens; cabe a quem vai adubar ter o bom senso de escolher o adubo que melhor se encaixe a sua programação de adubação; em outras palavras; caso a adubação nitrogenada tenha apenas a finalidade de repor

o nitrogênio, o adubo escolhido deve ser a uréia, pois os custos com a adubação nitrogenada serão minimizados, em virtude da concentração de N no adubo. Entretanto, se o adubo nitrogenado for também a fonte de enxofre, a eleição recairá no sulfato de amônio; essa escolha pode ocorrer caso o agricultor já tenha em sua propriedade o superfosfato triplo, que praticamente não tem enxofre e o cloreto de potássio não encerra esse elemento em sua constituição.

Uma das três fontes da mistura NPK necessita ter enxofre em sua constituição, pois estando esse macronutriente em falta a produção poderá ser limitada pelo mesmo, já que os nossos solos são pobres em matéria orgânica, que seria a fonte original de enxofre para a planta.

QUANTIDADE A APLICAR DOS ADUBOS NITROGENADOS

A quantidade a aplicar do adubo nitrogenado fica restrito às recomendações de adubação contidas nos diversos manuais de adubação, e que foram obtidas experimentalmente através trabalhos de calibração do nutriente para as diferentes culturas, seja de ciclo curto ou perene. Logo, devido a instabilidade do nitrogênio no solo, não se analisa quimicamente esse nutriente com o fim de se estabelecer uma recomendação de adubação.

Para maior esclarecimento do assunto, suponhamos que determinado agricultor deseje implantar a cultura do milho (*Zea mays* L.) e necessite proceder à adubação nitrogenada. Escolhido o adubo, digamos que seja a uréia, o agrônomo recomendará a quantidade a aplicar, conforme a indicação do manual de adubação do seu Estado, tendo o cuidado de associar esta recomendação ao tipo de solo, teor de matéria orgânica do solo e a distribuição da precipitação pluviométrica anual da região. Solos mais arenosos, baixa CTC (capacidade de troca de cátions), a probabilidade da perda de N por lixiviação será maior e a quantidade a aplicar deve também ser maior. Solos com maior teor de matéria orgânica indica uma probabilidade maior de disponibilidade de N e maior retenção de íon NH_4^+ (amônio), em virtude da maior concentração de colóides, logo, menores quantidades serão aplicadas. Período chuvoso bem distribuído permitem um melhor aproveitamento do nitrogênio pela planta, pois chuvas muito fortes além de carrear o adubo por erosão aumenta o processo de lixiviação.

OBS: os cálculos das quantidades empregadas serão procedidos na sala de aula durante o curso.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS NITROGENADOS

É o momento em que o adubo é aplicado ao solo; hoje a maioria das culturas tem épocas de aplicação bem determinadas e constam nos diversos manuais de adubação dos estados. Os momentos mais adequados são estabelecidos pelos institutos de Pesquisa, como a EMBRAPA, por exemplo; e são determinadas através de experimentação em campo e ou casa-de-vegetação.

Em relação à adubação nitrogenada, normalmente efetua-se o fracionamento da dosagem total de N, em virtude da instabilidade do elemento no solo e a sua susceptibilidade a lixiviação.

Em culturas de ciclo curto, em geral, a pesquisa preconiza a aplicação de 1/3 da dosagem total no plantio e os 2/3 restantes aplicados entre 20 e 40 dias pós-plantio. Entretanto, para hortaliças, a dosagem total é subdividida, com uma aplicação no plantio e três ou quatro aplicações em cobertura. O maior número de aplicações na horticultura se deve a dois fatores: primeiro, pela maior necessidade de N dessas plantas em diferentes estágios de suas vidas, segundo, devido serem mais rentáveis que outras culturas extensivas, com exceção a culturas de exportação, permitindo assim maiores gastos com a mão-de-obra.

Para culturas de ciclo longo, embora a pesquisa indique o uso de N mineral no plantio, entendemos que a perda de nitrogênio por lixiviação seria ponderável, por tratar-se de plantas com crescimento lento. Recomendamos o emprego de uma maior dosagem de um bom adubo orgânico no plantio, sendo de suma importância uma aplicação de N quando a planta completar os seus primeiros 6 meses de vida e as adubações ano/ano preconizadas pela pesquisa para aquela cultura.

MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS NITROGENADOS

É a forma como o adubo é aplicado no solo tratando-se de adubos solúveis em água, como os nitrogenados, o modo de aplicação deve ser o mais localizado possível, diminuindo-

se sobremodo o contacto do adubo com o solo, e, conseqüentemente, a perda por lixiviação (principal perda).

Para culturas de ciclo curto que abrangem áreas extensivas, como: milho, feijão, trigo, sorgo, etc. a adubação de plantio pode ocorrer manual ou mecanicamente. Em ambas as aplicações o adubo é aplicado em área restrita, o sulco de plantio.

As adubações de pós-plantio podem ser efetuadas em círculo ou coroa, também denominada de lua; meio círculo (terreno declivoso); ou linha, sempre na projeção da copa da planta. Essas formas de aplicação ficam condicionadas ao espaçamento da cultura.

Em hortaliças de plantio direto, o modo de aplicação do adubo nitrogenado é a lança, pois a área adubada em geral é muito pequena. Nas adubações de pós-plantio segue o mesmo esquema das culturas que ocupam grandes áreas, ficando unicamente na dependência do espaçamento.

Para hortaliças em que efetua-se o transplante, a adubação de plantio deve ser na cova do plantio (pimentão, tomate, pepino, etc.).

Em culturas de ciclo longo, caso se use adubo mineral nitrogenado na cova de plantio, o que não aconselhamos, este deve ser misturado com o solo cuidadosamente, evitando-se assim o contacto do adubo com a muda.

As adubações em cobertura procedidas nos primeiros 6 meses de vida da planta, e/ou anualmente, devido essas espécies terem maior espaçamento, são procedidas em círculo ou meio círculo, a depender da topografia do terreno.

Quando a cultura estiver safreira (produzindo economicamente), e se o espaçamento estiver dentro das normas técnicas, pode ser feita adubação em faixas, diminuindo-se os custos com a mão-de-obra.

COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS NITROGENADOS

Os adubos nitrogenados embora apresentem um comportamento no solo bastante similar principalmente no que diz respeito às características químicas como: aumento de pressão osmótica, diminuição do pH do solo; e a característica físico-química que é a solubilidade desses adubos. Entretanto pode haver diferenciação se compararmos fontes nítricas, amoniacais e amídica, quanto às perdas sofridas pelo elemento no solo.

O salitre do Chile foi tomado como exemplo, por ser o único adubo nitrogenado natural que existe, e por encerrar na sua constituição o nitrogênio na forma nítrica. Ao ser aplicado no solo e havendo umidade suficiente para solubilizá-lo, ocorrerá prontamente a descomplexação molecular e o nitrogênio estará disponível para ser absorvido ou perdido por diferentes formas como: desnitrificação e principalmente lixiviação. A perda por lixiviação é a mais ponderável e o nitrogênio nítrico é bastante susceptível a se perder para subcamadas do solo, pois sendo essa forma de N um ânion não haverá compensação eletrostática com as cargas da micela, pois são em sua maioria negativas, logo o nutriente será lixiviado. Para minimizar esse processo deve-se atentar para os seguintes pontos vistos acima como: quantidade à aplicar, época e modo de aplicação.

A desnitrificação é um processo de redução biológica em que bactérias principalmente dos gêneros *Pseudomonas sp.* e *Micrococcus sp.* (bactérias facultativas), em ambientes alagadiços conseqüentemente com baixa concentração de oxigênio, retiram parte do oxigênio transformando a forma nítrica (NO_3^-) assimilável pela planta em duas formas gasosas, como: óxido nítrico ou nitrogênio gasoso (N_2O) ou nitrogênio elementar (N_2), que se perdem para a atmosfera. Essa é a única forma de N que se perde por desnitrificação.

Praticamente o nitrogênio mineral não se perde por erosão e muito principalmente o N nítrico, pois se o mesmo é bastante instável para se manter na micela, conseqüentemente suas perdas por este procedimento são irrisórias. O que pode ocorrer é o carregamento do adubo nitrogenado quando a topografia do terreno apresentar um declive muito grande, e a aplicação do adubo coincidir com uma precipitação pluviométrica forte.

Em relação ao adubo sulfato de amônio as perdas de N são um tanto diferenciadas em relação ao salitre, a começar pelo processo de lixiviação que pode ser menos intenso, pois a forma de N no sulfato de amônio é atraída eletrostaticamente pela micela sendo mais estável no solo. Entretanto, deve-se ressaltar que essa forma de N (NH_4^+), também sofre transformação no solo, pois entre 7 a 15 dias o mesmo pode se tornar nítrico, através de um processo denominado nitrificação, que é a oxidação do NH_4^+ , promovida por bactérias aeróbicas dos gêneros *Nitrosomonas sp.* que transformam o amônio em nitrito (NO_2^-) e a *Nitrobacter sp.* que oxidam o nitrito para nitrato (NO_3^-). Essas transformações também podem ser promovidas por fungos, como: *Aspergillus flavus* e *Aspergillus wentii*. Logo, após as transformações de amônio no solo o mesmo ficará tão factível as perdas por lixiviação quanto ao N proveniente do salitre. Na figura abaixo, fica evidenciado o processo de adsorção

de cátions básicos ou contra-íons na micela (parte sólida do solo). Na fase líquida (solução do solo), mais distante do complexo de troca, estão os ânions ou co-íons que são contrabalançados por contra-íons que sofreram dessorção (saída do complexo de troca para solução do solo). A lixiviação de elementos básicos como: potássio, cálcio e magnésio é explicada por uma dessorção maior desses íons para a solução do solo, que não encontrando ânions como nitrato, sulfato e cloreto em proporções suficientes para o contra balanço e não podendo serem absorvidos totalmente, pela planta se perderão por lixiviação.

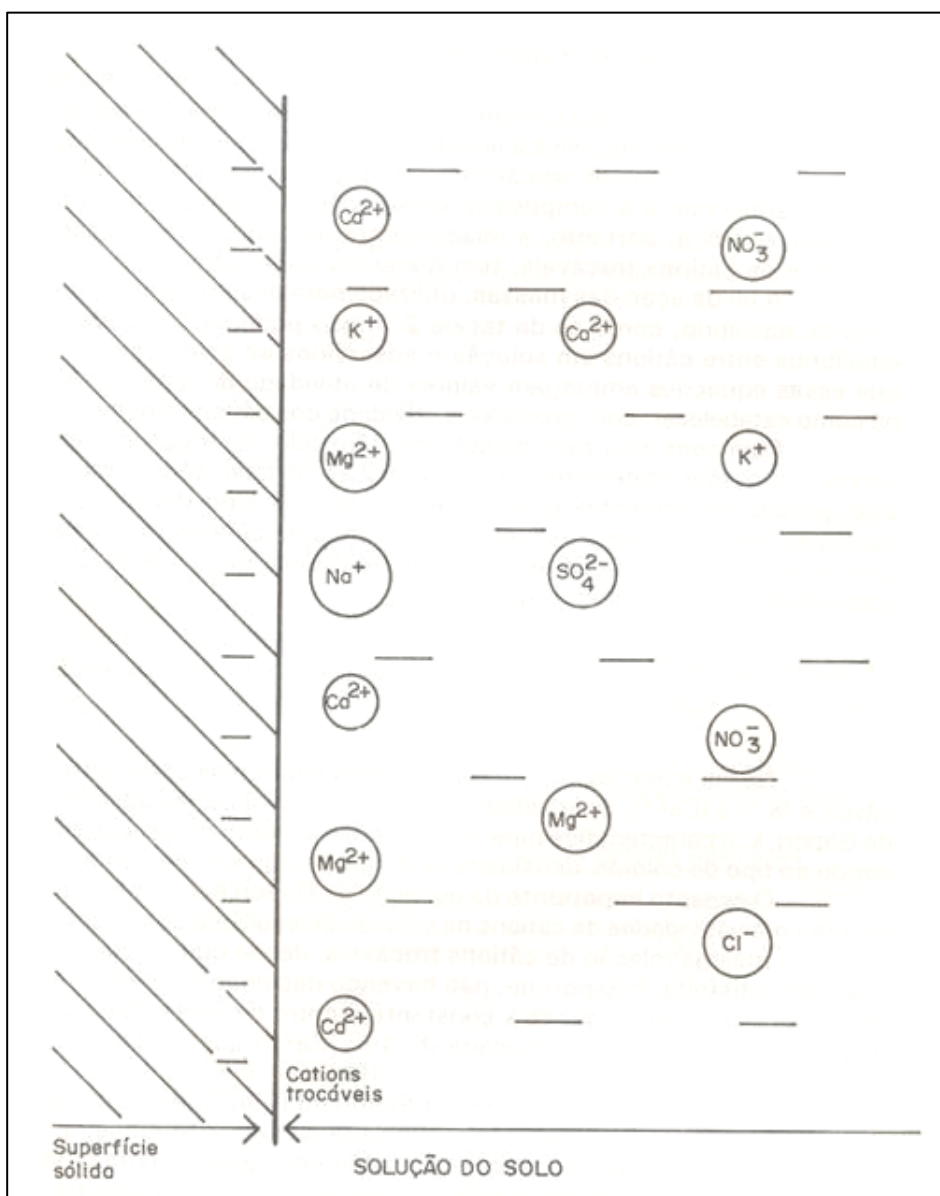
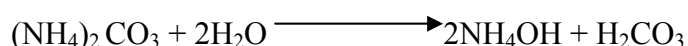
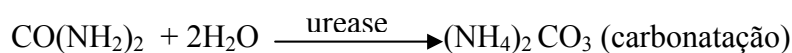


Figura 15. Representação esquemática da solução do solo adjacente à superfície negativa. (Raij, ANDA, 1988)

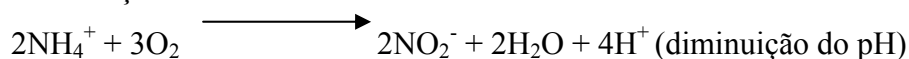
Outra perda que ocorre com o nitrogênio amoniacal é a redução do mesmo para a forma de amônia (NH_3), isso se deve por incompatibilidade química dos sais amoniacais com substâncias alcalinas como os calcários, por exemplo, ou aplicação desses sais em solos alcalinos. Também essa redução pode ocorrer quando qualquer adubo nitrogenado que tem amônio na sua constituição é aplicado em solos com o teor de umidade inadequada (solos secos), não ocorrendo a pronta solubilização do adubo e com a incidência dos raios solares (temperatura alta) ocorrerá a transformação do amônio em amônia, que é um gás e se perderá para a atmosfera.

O nitrogênio amoniacal também fica susceptível a perda por fixação por argilas do grupo 2:1, como é o caso das montmorilonitas que fixam temporariamente o íon amônio por ter raio iônico aproximadamente igual ao espaço hexagonal das lamina de argila. As perdas por incompatibilidade química, temperatura e fixação por argila são pertinentes apenas para sais amoniacais ou para o adubo uréia, pois com a solubilização desse adubo no solo, o mesmo terá comportamento dos adubos contendo amônio na sua constituição.

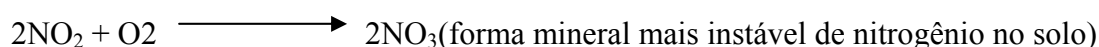
O nitrogênio amídico, é a forma mais estável de nitrogênio no solo em relação a principal perda que é a lixiviação. Essa estabilidade é devido ao nitrogênio amídico apresentar uma reação a mais em relação ao nitrogênio amoniacal, conforme reação abaixo:



Nitrificação



Reação efetuada com a participação de bactérias do gênero *Nitrossomonas* sp e os fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus wentii*



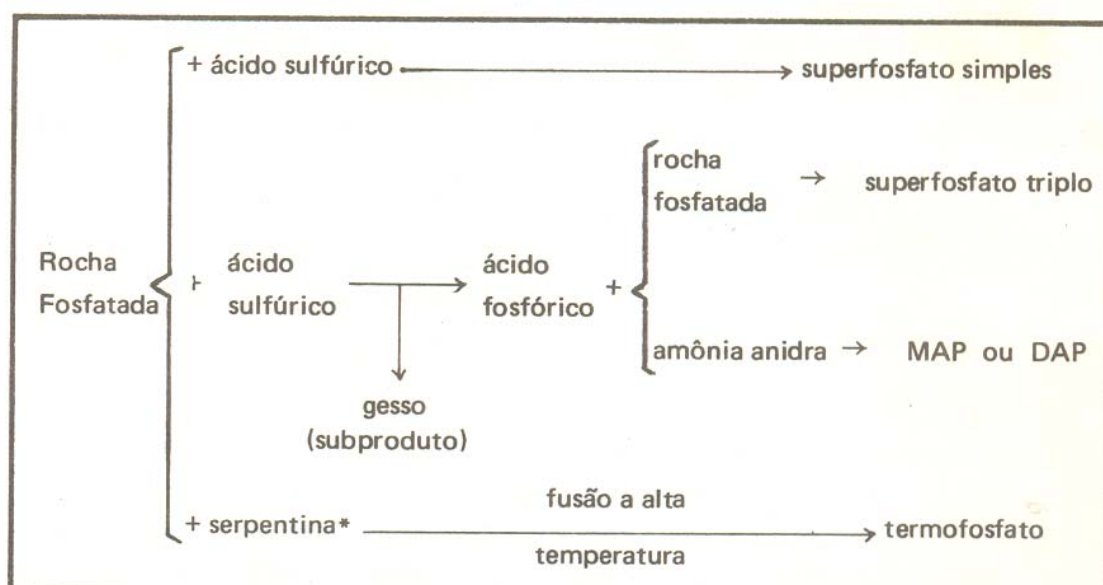
Reação promovida por bactérias do gênero *Nitrobacter* sp. e os fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus wentii*

Capítulo 7 - ADUBAÇÃO FOSFATADA

PRINCIPAIS ADUBOS FOSFATADOS

As fontes mais empregadas de fósforo nas adubações de restituição são: superfosfato simples, superfosfato duplo ou triplo (também denominado de concentrado) e os fosfatos de amônio, anteriormente citados e caracterizados. Como fonte solúvel em água, pode-se incluir também o superfosfato “30”, entretanto a sua difusão no mercado é pequena, principalmente em nossa região.

Tabela 13. Obtenção dos principais adubos fosfatados e mistos



Fonte: Guia de adubação ultrafertil, 1978

Superfosfato simples

Bastante empregado principalmente quando na mistura NPK, ele é a fonte de enxôfre. Apresenta (20% de P_2O_5) solúvel em água e (12% de S) na forma de sulfato, não altera a reação do solo, tem pequeno índice de salinidade, aproximadamente 8. No mercado pode ser encontrado nas formas pulverulenta e granulada; sempre que possível deve-se dar preferência a essa última forma, pois além de facilitar a distribuição do adubo no solo (manual ou mecanicamente), o nutriente fósforo fica menos susceptível a sua principal perda que é a retrogradação.

Superfosfato triplo

É o adubo fosfatado mais empregado no mundo, pois a alta concentração (45% de P_2O_5) barateia sobremaneira os custos com a adubação. Como o superfosfato simples, também não altera a reação do solo, tem pequeno índice salino, aproximadamente 10. Pode também ser encontrado nas formas de pó ou grânulos.

A concentração de enxofre na sua constituição é muito pequena, girando em torno de 2 a 3%, sendo um ponto negativo em relação a esse aspecto.

Os adubos fosfatados têm baixíssimas higroscopiedades, principalmente nas formas granuladas.

Tabela 14. Características químicas de adubos fosfatados

PRODUTO	P_2O_5 TOTAL	P_2O_5 em ÁCIDO CÍTRICO	P_2O_5 em ÁGUA	CaO	MgO	S	Índice acidez	Índice basicidade	Solubilidade
Superfosfato simples	19–21	18	16	25–28	0,5	12	—	—	2
Superfosfato 30	—	30	22	28	—	8	—	—	3
Superfosfato triplo	42–48	40–44	37	17–23	0,5	1,4	—	—	4
Ácido fosfórico	54	—	—	—	—	—	110	—	—
Termofosfato	19	18	—	30	18	—	—	50	—
Fosfato dicálcico	39–41	39–41	0,5–1,0	30–32	—	—	—	—	—
Escória de Thomas	19–20	14–16	—	20–30	—	—	—	50–65	—
Fosforita de Olinda	28–30	6–8	—	42–45	—	—	—	—	—
Hiperfosfato	32	12–14	—	40–42	—	—	—	—	—
Fosforita de Flórida	30–31	7–8	—	42–45	—	—	—	—	—
Fosfato de Araxá	28–30	5–6	—	42–45	—	—	—	—	—
Fosfato de Patos (MG)	24	4	—	28	—	—	—	—	—

Fonte: Guia de adubação Ultrafertil, 1978

ESCOLHA DO ADUBO FOSFATADO

Nas adubações de restituição deve-se escolher sempre fontes solúveis em água, logo, as mais usuais e encontradas com facilidade no mercado são os superfosfatos, simples e triplo.

Por não existir diferenças marcantes entre os mesmos em termos de solubilidade, a eleição de um desses recai exclusivamente na presença ou ausência do elemento enxofre nas constituições das fontes de nitrogênio e fósforo componentes da mistura fertilizante. Caso se

proceda apenas a adubação fosfatada, a fonte indicada deve ser sempre o superfosfato triplo, em virtude de sua alta concentração em P_2O_5 solúvel em água.

Em relação a forma do adubo, deve-se dar maior preferência a granulada em relação a pulverulenta, pois estando o fertilizante nessa última forma há maiores dificuldades na distribuição do mesmo (homogeneidade de distribuição), além da maior predisposição do fósforo ser precipitado (fixação química) pelo maior contacto do adubo com o solo.

QUANTIDADE A APLICAR DO ADUBO FOSFATADO

As quantidades a usar ficam na dependência das recomendações geradas pelos Institutos de pesquisa para as diferentes culturas, em consonância com os teores do elemento revelados pelas análises químicas do solo.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO ADUBO FOSFATADO

Em se tratando de culturas de ciclo curto a quantidade recomendada deve ser aplicada no momento do plantio, devido o ciclo biótico dessas plantas serem muito curtos, não havendo um bom aproveitamento do fósforo se o mesmo for aplicado pós-plantio, pois o nutriente tem baixa mobilidade no solo.

Para culturas perenes, além das adubações fosfatadas de viveiro e plantio, deve-se efetuar ano/ano que serão procedidas em cobertura do solo, nas épocas devidas sugeridas pela pesquisa, ou seja, antes da emissão de inflorescência.

MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS FOSFATADOS

Visando minimizar a maior perda de fósforo no solo que é o processo de fixação química ou retrogradação recomenda-se diminuir o contacto do adubo com o solo, logo o modo de aplicação deve ser mais o localizado possível.

Em relação às culturas de ciclo curto a aplicação do adubo pode ser no fundo do sulco ou ao lado e abaixo da linha da semente com separação de uma camada de solo, respectivamente se o procedimento de aplicação for manual ou mecânico. Também caso

sejam empregados mudas como as olerícolas com transplântio, o adubo é usado no fundo da cova.

No tocante as culturas perenes, o adubo deve ser colocado na cova de plantio e misturado convenientemente com o solo, mesmo tendo índice salino baixo. Nas adubação ano/ano o adubo é aplicado na projeção da copa em círculo ou meio círculo (topografia com grande declive), ou ainda em faixas quando a cultura estiver “safreira”, caso o espaçamento utilizado esteja dentro das mesmas técnicas.

COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS FOSFATADOS

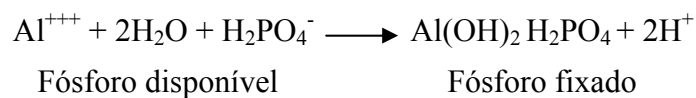
Os adubos fosfatados solúveis em água (superfosfatos), apresentam comportamento similar no solo, o mesmo ocorrendo com os adubos mistos fosfato monoamônico e fosfato diamônico. Por serem solúveis em água após aplicação dos mesmos em solo suficientemente úmido ocorrerá o processo de descomplexação molecular e o elemento poderá ser absorvido ou sofrerá diferentes perdas.

A maior perda de fósforo é o processo de retrogradação química, também denominado de fixação ou precipitação do fósforo no solo, essa indisponibilidade do fósforo na faixa ácida de pH, é devida a presença dos íons alumínio, ferro e manganês, nas suas formas trocáveis ou iônicas no solo, e ocorre com maior intensidade quando o pH do solo é $< 5,0$ (ver poder tampão do solo). A perda é configurada pela deficiência de bases trocáveis no solo, principalmente cálcio e magnésio e o hidrogênio que está presente em maior quantidade incidirá sobre o hidróxido de alumínio reduzindo-o a radicais hidróxidos menos complexo até a formação do alumínio trocável.

A aplicação de fosfatos solúveis em água em solos que tenham a presença desses íons, sem haja o procedimento da prática da calagem, trará grandes prejuízos ao bolso do agricultor, pois a maior parte do fósforo aplicado será transformado em fosfatos e hidroxifosfatos de alumínio, ferro e manganês, que são insolúveis e inassimiláveis pelas plantas (fósforo não lábil).

Reação de fixação do fósforo pelos íons: ferro, alumínio e manganês

Exemplo com alumínio trocável:



O fósforo também pode ser fixado pelo cálcio, essa perda é devida a associação de fosfatos solúveis em água a materiais alcalinos contendo cálcio, como os calcários, ou poderá também ocorrer retrogradação quando se aplica esses adubos em água em solos alcalinos, quando essa basicidade é devida ao cálcio. Em ambos os casos o fósforo assimilável (fosfato monocálcico) passará para as formas bi e tricálcica, inassimiláveis pelas plantas (fósforo não lábil),

Reação de fixação do fósforo pelo íon cálcio

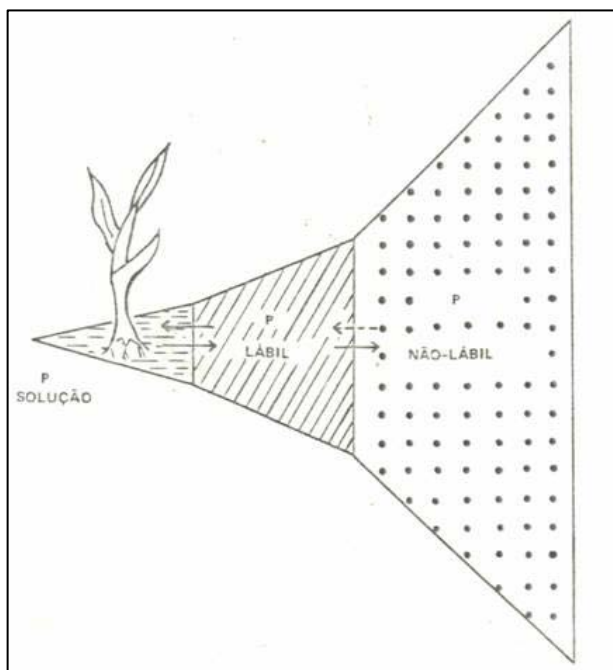
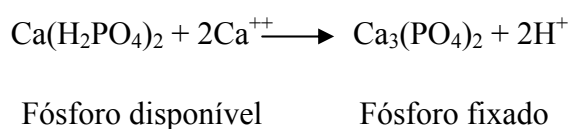


Figura 16. Formas de fósforo no solo (Lopes, 1989)

A figura acima, mostra o comportamento do fósforo em diferentes compartimentos:

Deve-se ressaltar a adsorção sofrida pelo íon fosfato, principalmente com os hidróxidos de ferro, alumínio e manganês. Embora exista polêmica sobre essa união tudo leva a crer que a mesma tem um procedimento diferenciado da retrogradação, e que seja apenas uma pseudofixação. Nesse caso ao ser aplicado um adubo fosfatado solúvel em água em solo contendo esses óxidos hidratados, o íon fosfato substituiria a oxídila e conseqüentemente ficaria menos disponível. A figura abaixo, mostra o processo de adsorção.

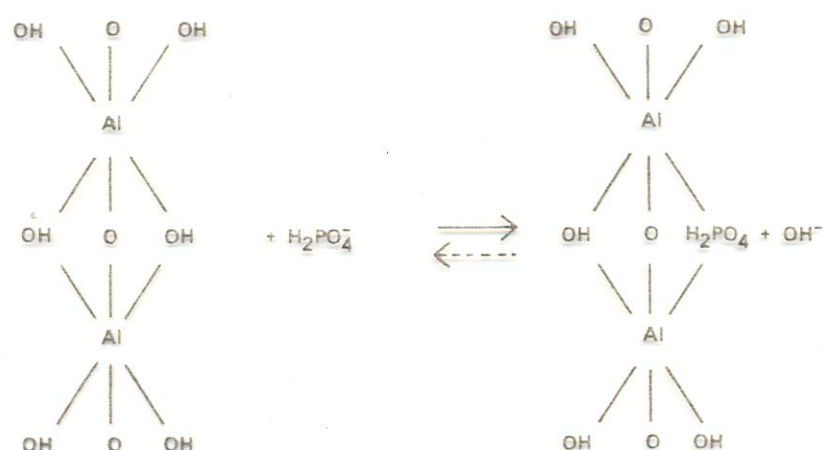


Figura 17. Esquema de adsorção de fósforo em superfície de óxido hidratado de alumínio (Raij, 1991)

Outra perda que poderá ser bastante significativa para o fósforo é a erosão, em virtude da baixa mobilidade desse elemento no solo, ficando conseqüentemente por muito tempo no ponto de aplicação e factível de ser erodido. Em virtude de sua pequena mobilidade no solo esse elemento praticamente não se perde por lixiviação.

ADUBOS FOSFATADOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA

São os fosfatos naturais minerais ou seja apatitas e fosforitas, que possuem o fósforo nas suas constituições principalmente nas formas aniônicas bivalente ($\text{HPO}_4^{=}$) e trivalente ($\text{PO}_4^{=}$) e uma pequena concentração do íon monovalente (H_2PO_4^-), forma que é ordinariamente absorvida pela planta.

Essas apatitas e fosforitas nomeadas na classificação são insolúveis em água, logo, tem maior uso nas adubações de correção, podendo, entretanto, suplementar adubos solúveis em adubações de manutenção.

QUANTIDADE A APLICAR PARA ADUBAÇÕES DE CORREÇÃO

Embora não se tenha uma recomendação baseada em trabalhos de calibração como as adubações de manutenção fosfatadas, as literaturas recomendam que as correções podem ser efetuadas com quantidades que giram em torno de 3-5 vezes o usado nas adubações com fosfatos solúveis em água.

ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO

Para maior eficiência desses fosfatos naturais, recomenda-se a incubação dos mesmos no solo 120 – 180 dias antes da implantação de uma cultura. Ressaltamos que a descomplexação que é a transformação do fósforo bi e trivalente para a forma monovalente, se dá mais facilmente quando o solo está ácido, logo, não se pode efetuar a prática da calagem se o objetivo é efetuar uma adubação de correção fosfatada. Para aumentar a descomplexação, o adubo deve estar na forma pulverulenta para que ocorra maior contacto com as partículas do solo, e ser aplicado a lanço, seguido de incorporação através gradagem. Na adubação de correção, o solo deve ficar em pousio, ou seja, durante o tempo de descomplexação, não se deve implantar uma cultura, visando comercialização de um produto, entretanto, como o tempo de pousio é longo, torna-se necessário, o plantio de um adubo verde, para proteger o solo.

Além dos fosfatos naturais citados acima, que apresentam baixa reatividade no solo, chamamos atenção da existência de fosfatos naturais chamados reativos, por apresentarem maior solubilidade em ácido cítrico a 2%, consequentemente, com maior facilidade de solubilização e descomplexação do fósforo tri e bivalente para a forma monovalente. São produtos com preços mais elevados, por apresentarem eficiência próxima aos adubos fosfatados solúveis em água. Os principais fosfatos naturais reativos são: Gafsa, Daouy, Arad, Carolina do Norte, etc.

Capítulo 8 - ADUBAÇÃO POTÁSSICA

PRINCIPAIS ADUBOS POTÁSSICOS

Nas adubações de restituição, as fontes potássicas mais empregadas em ordem decrescente são: cloreto de potássio, sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio.

Cloreto de Potássio

É o adubo potássico mais vendido no mundo; isso se deve principalmente em virtude de sua alta concentração (60% de K_2O), entretanto, devido à presença do Cloro na sua constituição, torna-se impraticável o uso desse adubo em algumas culturas como: fumo, pela maior absorção de cloro, o produto apresenta má combustibilidade; na batatinha, aparecem pontuações enegrecidas e cerosidade dos tubérculos; culturas produtoras de fibra (linho, sisal, algodão, etc) diminuem o tamanho das fibras, logo, nessas culturas, há uma diminuição na qualidade do produto agrícola colhido.

Dos materiais fertilizantes usualmente empregados nas adubações, o cloreto de potássio é o que apresenta maior índice salino, variando entre (114 e 116), logo, deve-se ter maiores cuidados na aplicação desse adubo, principalmente nas adubações de plantio, para que o produto não fique próximo à parte de propagação.

Não altera a reação do solo. Apresenta-se em duas formas: a cristalina e a granulada; a forma cristalina é mais higroscópica que a granulada, entretanto a higroscopicidade dos adubos potássicos é bem menor que a dos nitrogenados.

Sulfato de Potássio

Depois do cloreto de potássio, é o adubo potássico mais usado no Brasil; apresenta uma boa concentração do elemento principal, com (48 a 50% de K_2O) na sua constituição e aproximadamente (18% de enxofre) na forma de sulfato. Tem índice salino menor do que o cloreto de potássio, aproximadamente 46,1; não altera a reação do solo, logo, é um adubo que

apresenta comportamento neutro no solo. No mercado a única forma encontrada é a cristalina, mesmo assim não é muito higroscópico.

Sulfato duplo de Potássio e Magnésio

Pouco difundido em nossa região, tem aproximadamente valores iguais em K_2O e enxôfre, na ordem de (22%), e (18%) em óxido de magnésio; tem pequena higroscopicidade.

Tabela 15. Características químicas de adubos potássicos e mistos.

PRODUTO	K_2O	CaO	MgO	S	Índice acidez	Índice basicidade	Solubilidade
Cloreto de potássio	60–62	0–3	0–3	0–3,2	0	0	35
Sulfato de potássio	48–52	0–2,5	0–2	15,6–19,2	0	0	12
Sulfato de potássio e magnésio	20–22	—	18–19	20–22	—	—	—

PRODUTO	N TOTAL	N CÍTRICO	N AMONÍACAL	P_2O_5 em ÁCIDO CÍTRICO	P_2O_5 em ÁGUA	K_2O	Índice acidez	Índice basicidade	Solubilidade
DAP	17–18	—	17–18	44–45	40	—	75	—	43
MAP	10–11	—	10–11	48–52	44–50	—	58	—	23
Nitrato de potássio	13	13	—	—	—	44	—	26	31
Nitrato de sódio e potássio	15	15	—	—	—	14	—	25	—
Nitrofosfato	14–22	14–22	—	10–18	2–4	—	—	—	—

Fonte: Guia de adubação Ultravertil, 1978

ESCOLHA DO ADUBO POTÁSSICO

A eleição do adubo potássico é efetuada com base na concentração do elemento na fonte potássica, presença ou ausência do enxôfre no adubo nitrogenado ou fosfatado (componentes da mistura fertilizante) e em compatibilidade do elemento constituinte do adubo com algumas culturas (cloro).

Caso ocorra a presença de enxôfre na fonte nitrogenada ou fosfatada e a cultura a ser adubada não seja sensível ao cloro como o fumo, batatinha ou culturas produtoras de fibras, o adubo potássico a ser escolhido deve ser o cloreto de potássio, diminuindo-se assim os custos

com o insumo adubo, pois por Kg de nutrientes é mais barato devido sua alta concentração em potássio.

QUANTIDADE A APLICAR DOS ADUBOS POTÁSSICOS

A sistemática de recomendação da quantidade a aplicar do adubo potássico é similar a preconizada para a adubação fosfatada.

OBS: os cálculos envolvendo adubos potássicos serão efetuados na sala de aula durante o curso.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS POTÁSSICOS

Para culturas de ciclo curto, em geral a época de aplicação é a mesma recomendada para a adubação fosfatada; a menos que o solo seja muito arenoso, nesse caso emprega-se 50% da dosagem total no plantio e restante em cobertura juntamente com a segunda aplicação do adubo nitrogenado.

Em culturas perenes a época de aplicação é similar ao adubo fosfatado tanto nas adubações de fundação como em cobertura.

MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS POTÁSSICOS

Tratando-se de cultura de ciclo curto, e apresentando o solo textura muito grosseira (arenosa), além da aplicação no plantio o restante da dosagem é aplicado de modo localizado na projeção da copa; em linha, círculo ou semicírculo a depender do espaçamento da cultura e de conformidade com a topografia do terreno.

Para culturas de ciclo longo o modo de aplicação preconizado é o mesmo da adubação fosfatada.

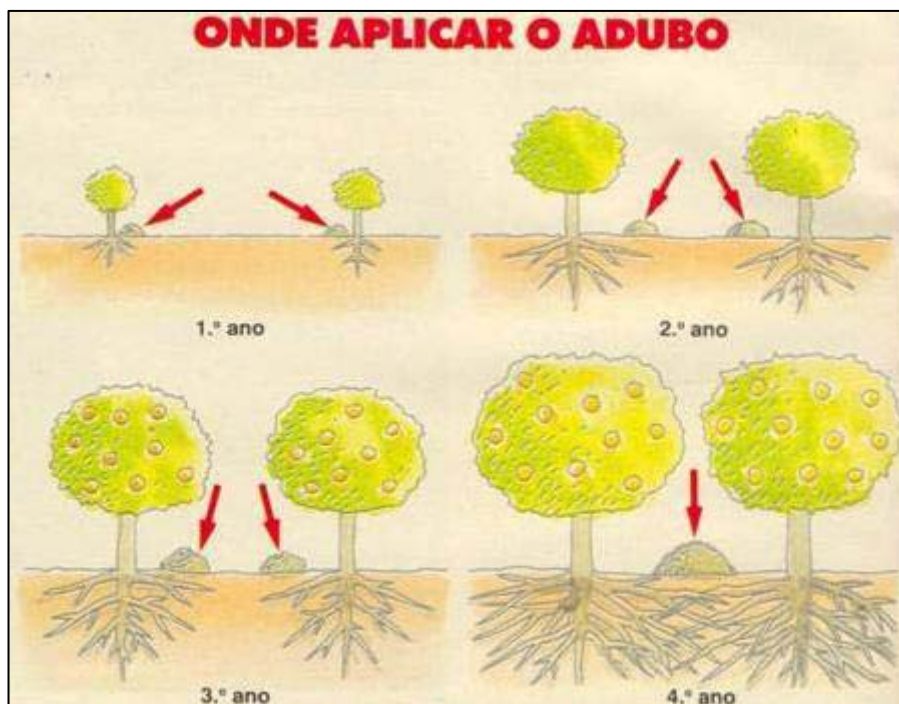


Figura 18. Locais corretos de aplicação de materiais fertilizantes em adubações em cobertura para culturas perenes em diferentes estágios de vida, inclusive na fase safreira (Guia rural, 1995)

COMPORTAMENTO NO SOLO DOS ADUBOS POTÁSSICOS

Após a solubilização no solo e a descomplexação molecular, o íon potássio fica passível de ser absorvido pela planta, sendo que a parte que não for absorvida poderá sofrer diferentes perdas no solo como: lixiviação, fixação por argilas do grupo 2:1 e erosão.

Embora se trate de um cátion, o potássio pode se perder por lixiviação, essa perda pode ser devida a uma acidez muito elevada no solo (excesso de íons hidrogênio), ou em virtude de uma supercalagem (excesso de íons cálcio). Em ambas as situações o potássio é deslocado em grandes quantidades para a solução do solo, proporcionando conseqüentemente perdas do potássio por lixiviação. Os solos com menor concentração de colóides (solos extremamente arenoso), ocorrem maiores perdas de potássio por lixiviação, pois há menor retenção de íon na micela.

A perda por erosão de potássio no solo é intermediária entre nitrogênio e fósforo.

Esclarecemos que omitimos propositadamente as seguintes perdas: exportação pelas colheitas por ser uma perda benéfica ao agricultor e fixação por microorganismos, pois essa perda é mais pertinente quando se efetua a aplicação de materiais palhosos ao solo.

EROSÃO DO SOLO

É o arrastamento da camada arável (camada superficial do solo), independente do tipo de erosão. Esse carreamento de partículas do solo, pode evoluir formando verdadeiras crateras (buracos), denominadas de voçorocas, caso não seja contido com as práticas conservacionistas.

TIPOS DE EROSÃO

Em nosso país, os mais importantes tipos de erosão são: hídrica e eólica.

A erosão hídrica pode ser provocada pelas precipitações pluviométricas (chuvas), ou através das irrigações mal conduzidas. A erosão hídrica desgasta o solo gradativamente, de modo imperceptível, retirando a camada arável (erosão hídrica laminar), e diminui grandemente a sua fertilidade, pois transporta os nutrientes contidos nessa camada para outros locais.

Com a progressão da erosão hídrica laminar, o solo é desgastado formando crateras (erosão tipo voçorocas), e tornando por vezes a área imprestável para a agropecuária.

A erosão eólica provocada pelos ventos (vendavais), também desgasta a camada arável, mas tem menor importância que a hídrica, pois sua ação é mais localizada em determinadas regiões do país.

DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO EROSIVO

Para explicar o processo erosivo tomaremos a erosão hídrica como exemplo. A erosão tem início com o impacto da gota d'água no solo descoberto (salpico), ocorrendo a desagregação das partículas do solo. A depender da intensidade (chuvas maiores ou menores) e duração (tempo) da precipitação pluviométrica, com também da topografia do terreno (terrenos com maior declividade, ficam mais propensos ao processo erosivo), as partículas do

solo são carregadas para outros locais, deixando o solo mais empobrecido em nutrientes, micro e macrorganismos, pois a matéria orgânica também é carregada.

Caso não se proceda as práticas conservacionistas, abaixo descritas, vai ocorrendo perdas ponderáveis de solo até a formação de buracos, denominados de voçorocas.



Figura 19. Terreno de encosta com bastantes sulcos de erosão (Guia rural, 1990)

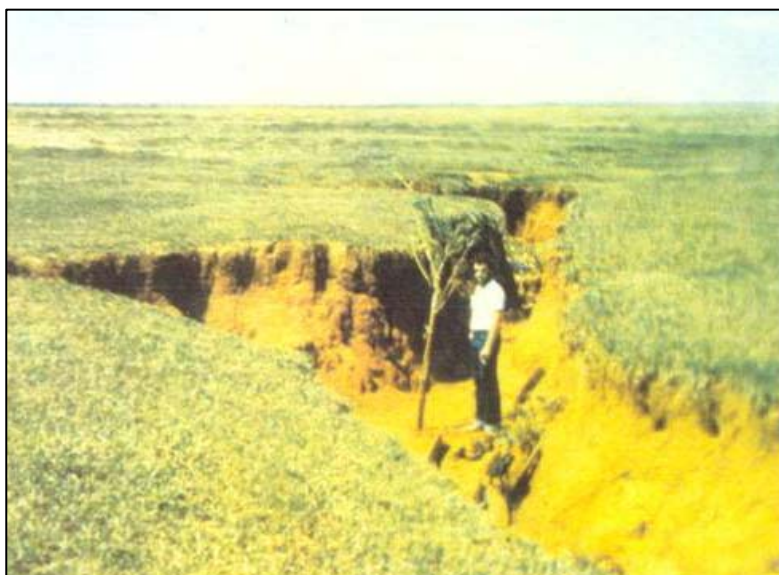


Figura 20. Voçoroca em Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa – Valparaíso (SP)

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

Mesmo não impedindo totalmente o processo erosivo, essas práticas diminuem sobremodo a erosão. As principais são:

- a) Manter o solo sempre coberto, principalmente com uma planta da família das leguminosas, ou em consórcio com outra planta que esteja implantada no local.
- b) Proceder sempre adubações orgânicas, pois a matéria orgânica possui um extraordinário efeito cimentante de partículas, tornando os agregados do solo mais estáveis e menos susceptível a erosão.
- c) Se o terreno apresentar declive, plantar sempre em curvas de nível, ou preparar terraços caso a declividade seja superior a 15%. Nunca arar morro acima ou abaixo caso o solo apresente declive.
- d) Em culturas perenes (ciclo longo), não efetuar a limpeza total do terreno, para a retirada de plantas daninhas, proceder a limpeza apenas na copa da planta (rodapé) ou fazer capinas em faixas alternadas.
- e) O plantio direto também, diminui em muito o processo erosivo, pois há uma preservação da estrutura do solo devido a cobertura morta que fica no solo pela ceifa da cultura anterior, e conseqüentemente o impacto da gota d'água no solo é diminuído.
- f) A prática da calagem também ajuda na manutenção da estrutura, em virtude do efeito cimentante promovido pelo elemento cálcio.

Esse processo maléfico trás conseqüências negativas de cunho econômico e social, pois diminui a produção e a produtividade agrícola, já que o solo torna-se mais pobre, podendo inclusive fomentar o êxodo rural com o avanço do processo erosivo até a formação de voçorocas, e grande perdas de solo.

ABSORÇÃO DE N, P K POR DIFERENTES CULTURAS.

A tabela abaixo, mostra que os elementos nitrogênio e potássio, são mais requeridos que o elemento fósforo pela maioria das culturas, mesmo esse último, sendo repostado ao solo em doses maiores que os primeiros (relação fertilizante 1:2:1 ou 1: 2:0,5). A maior aplicação

de dosagens de fósforo, se deve ao seu baixo coeficiente de aproveitamento, que está em torno de 10 a 30%, enquanto o nitrogênio e potássio, apresentam valores em torno de 70% e 50%, respectivamente. Por conseguinte, fisiologicamente, a planta não tem avidez maior por fósforo, embora normalmente, se pense ao contrário.

Tabela 16. Requisição dos elementos N, P e K por diferentes culturas.

Cultura	Colheita/ha	Elementos retirados kg/ha		
		N	P	K
Alfafa	7.500	140	35	135
Algodão	1.200 kg de sementes e fibras	44	35	40
	2.000 kg de ramos e folhas	44	14	40
Arroz	1.500 kg de grãos	22	12	32
	2.500 kg de palhas	22	12	32
Banana	15.500 kg de cachos	26	6	95
Cacau	930 kg de sementes	16	3	27
	3.752 kg de polpa	16	3	27
Batata	12.000 kg de tubérculos	42	8	58
Cafê	2.000 kg café em coco	30	5	48
Espinafre	22.000 kg	90	30	45
Cana de açúcar	60.000 kg de colmos	62	9	56
Feijão	1.000 kg de grãos	31	8	8
Laranja	5 caixas de frutas	270	135	660
Mandioca	25.000 kg de raiz	55	11	48

Capítulo 9 - USO DOS ADUBOS CONTENDO MICRONUTRIENTES

FONTES COM MICRONUTRIENTES METÁLICOS

As principais fontes dos elementos ferro, cobre, zinco e manganês são: os sulfatos, fritas (FTE) e quelatos. O uso de sais solúveis, como os sulfatos têm baixa eficiência, porque pode haver uma rápida conversão desses íons para compostos não assimiláveis pelas plantas e/ou grandes perdas por lixiviação principalmente em solos com baixa CTC (arenosos).

Para aplicações via solo deve-se usar um material fertilizante em que os nutrientes estejam menos predispostos as diferentes perdas, como as fritas (FTE) e principalmente os quelatos, já que a liberação do(s) elemento (s) se dá parcimoniosamente, diferente dos sais solúveis que após a solubilização do produto e descomplexação, a liberação do íon ou íons ocorre prontamente incidindo em maiores perdas.

O maior uso dos sulfatos deve recair nas adubações foliares ou fertirrigação. Os quelatos por serem solúveis em água podem também serem empregados nas pulverizações foliares e fertirrigações, o que não ocorre as fritas (FTE), por serem insolúveis em água.

FONTES DE MICRONUTRIENTES NÃO METÁLICOS

Boro

As fontes mais usuais de boro são: bórax, ácido bórico, solubor e fritas (FTE) as três primeiras fontes podem ser utilizadas nas aplicações no solo, por ocasião do plantio, como também em cobertura, sob a forma de pulverização foliar, pois são solúveis em água, entretanto o uso das fritas só pode ocorrer nas aplicações via solo, por ser insolúvel em água. As correções de deficiências minerais com micronutrientes devem ser feitas via pulverização foliar.

Molibdênio

As fontes mais empregadas são molibdato de sódio, molibdato de amônio, que podem ser usados nas adubações via solo, pulverizações foliares ou fertirrigações. As fritas também podem ser usadas, entretanto seu emprego é pequeno pela menor concentração de molibdênio e ser insolúvel em água.

Cloro

Só conhecemos deficiências do elemento em condições controladas.

QUANTIDADE A USAR DE MICRONUTRIENTES

Embora não seja comum, a análise de micronutrientes visando-se as adubações, principalmente na região nordeste, pois são efetuadas normalmente apenas através de recomendações na dependência de exigências nutricionais das diferentes culturas. Pode-se, entretanto, verificar os teores desses nutrientes no solo e compatibiliza-los com faixas pré determinadas para melhores recomendações.

COMPORTAMENTO DOS MICRONUTRIENTES NO SOLO

Ferro

O ferro natural do solo, ou aplicado na forma mineral como adubo, pode ser absorvido pelas plantas nas formas de Fe^{++} e Fe^{+++} , ou ser adsorvido pela micela do solo. O ferro adsorvido pode passar uma pequena parte para a solução do solo ou ser complexado, devido a dois fatores: excesso de íon fosfato (H_2PO_4) no solo e/ou elevação exagerada do pH do solo. A fixação pelo íon fosfato, deixa o ferro indisponível, pois passa o elemento de formas iônicas assimiláveis para formas não absorvidas pelas plantas. Em relação a elevação do pH, ocorre a indisponibilidade desse elemento, por transformar formas iônicas para formas de óxidos e hidróxidos. Isso ocorre em virtude de uma supercalagem, ou por incompatibilidade química devido a mistura de fontes solúveis de ferro, como os sulfatos com substâncias alcalinas, como os calcários. Ocorre grandes perdas de ferro por lixiviação, especialmente em solos de baixa CTC, como os arenosos e quando não é utilizado como fonte do elemento, o quelato de ferro, pois a liberação do nutriente se dá parcimoniosamente diminuindo a lixiviação.

Cobre

O cobre existente no solo, ou aplicado como adubo, terá o seguinte comportamento no solo: uma pequena parte vai para a solução do solo, sendo absorvida na forma de íon (Cu^{++}) a outra parte do íon será adsorvido ao complexo de troca ficando como reserva ou podendo se perder por diferentes modos, como: lixiviação, retenção em compostos orgânicos, nos solos orgânicos, ou insolubilizados na forma de óxidos ou hidróxidos, com um aumento excessivo do pH do solo, como ocorre com o ferro.

Zinco e Manganês

O zinco e manganês aplicados como adubos nas diferentes fontes ou o existente no solo, apresentam o mesmo comportamento que os elementos ferro e cobre, inclusive em relação às perdas.

Boro

Como a matéria orgânica é a fonte original desse micronutriente, qualquer fato que interfira negativamente na humificação da matéria orgânica irá diminuir o seu conteúdo no solo. Logo, o pH muito ácido ou alcalino, ou estiagem prolongada, afetam a decomposição da matéria orgânica e poderá ocorrer deficiências de boro em muitas espécies de plantas. O boro repostado no solo, através adubos minerais, fica bastante susceptível a perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos.

Molibdênio

O molibdênio natural do solo ou aplicado na adubação, pode ter sua disponibilidade reduzida, quando o solo apresentar pH 5,0, pela depressão causada por óxidos de ferro e alumínio. O ânion molibdato (MoO_4^-), também pode sofrer intensa lixiviação em solos com baixa CTC, e regime pluviométrico irregular, com chuvas fortes a cada período.

Cloro

Não tem sido constatados, em condições de campo sintomas de carência desse elemento em nenhuma espécie cultivada. Também não se verifica sintomas de excesso, pois o elemento é facilmente lixiviável do solo.

Capítulo 10 - MISTURA FERTILIZANTES

É a associação de dois ou mais adubos simples, que apresentem compatibilidade física e principalmente química. A mistura objetiva principalmente diminuir os custos de aplicação e garantir adequada proporção de nutrientes para a cultura. As misturas podem ser pré fabricadas (misturas comercializadas) ou preparadas na fazenda (misturas formuladas) tendo como base a análise química do solo e exigências nutricionais da cultura.

MISTURAS COMERCIAIS

Embora sejam muito utilizadas, o seu uso de forma indiscriminada como vem ocorrendo, pode trazer sérios prejuízos para o agricultor, pois em geral são adquiridas no comercio sem levar em consideração as necessidades de nutrientes do solo, como também exigências nutricionais das plantas.

Quando recomendadas por Engenheiros agrônomos ou técnicos agrícolas, essas misturas irão suplementar um bom conteúdo de nutrientes do solo e satisfazer as necessidades da planta, já que serão escolhidas tomando-se por base a análise química do solo, e a recomendação de adubação para a cultura naquela região. As vezes se faz necessário a suplementação com outros adubos simples contendo macro ou micronutrientes em adubações de plantio ou pos plantio. As misturas 10-10-10; 4-14-8; 6-12-6 e 10-20-10, são as mais vendidas no comercio e quase sempre não dão respostas compatíveis com os gastos efetuados com esse insumo.

MISTURAS PREPARADAS NA FAZENDA

Esse tipo de mistura deve ser preparado sob a supervisão de um Engenheiro agrônomo ou técnico agrícola, em virtude dos seguintes fatores: proceder a interpretação da análise química do solo escolher e associar de forma correta os adubos simples, levando em consideração constituições químicas (diversidade e concentração de nutrientes), compatibilidade física e química dos adubos simples e cálculos para a determinação da formulação.

FORMULA FERTILIZANTE

Os fertilizantes são especificados por fórmulas, de acordo com seu conteúdo em nitrogênio, fósforo e potássio, expressos em porcentagem. O nitrogênio é expresso na forma elementar (N), enquanto o fósforo e potássio na forma de óxidos P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Uma formulação fertilizante 10-10-10, quer dizer que em 100 kg de mistura dos adubos simples, contendo NPK, se tem 10% de N, 10% de P_2O_5 e 10% de K_2O . Quando a mistura fertilizante apresenta apenas dois macronutrientes, o elemento suprimido é substituído pelo número zero. Exemplos: 0-20-10; 20-0-10; 20-10-0, em que os elementos em falta são respectivamente: nitrogênio, fósforo e potássio. Nos fertilizantes simples, a representação fertilizante numérica é apenas do elemento que nomeia o adubo, sem representação para elemento ou elementos acompanhantes. Exemplos: sulfato de amônio 20-0-0 (N – P_2O_5 – K_2O); uréia 45-0-0 (N – P_2O_5 – K_2O); superfosfato triplo 0-45-0 (N – P_2O_5 – K_2O); cloreto de potássio 0-0-60 (N – P_2O_5 – K_2O); sulfato de potássio 0-0-48 (N – P_2O_5 – K_2O).

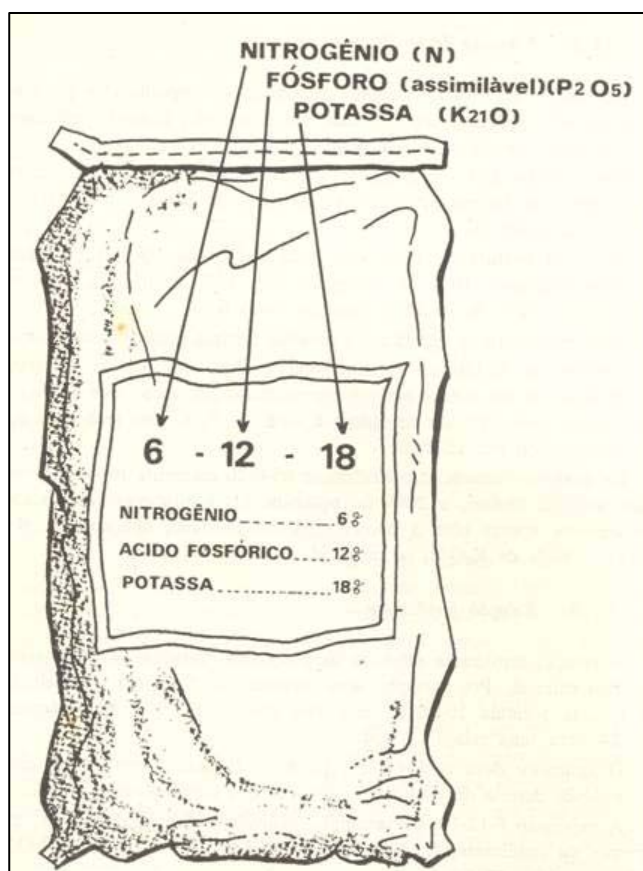


Figura 21. Mistura NPK (Adaptado de Coelho, 1973)

RELAÇÃO FERTILIZANTE

Diz respeito às proporções relativas dos elementos nutritivos entre si. Para a sua determinação, divide-se os percentuais dos elementos constitutivos pelo menor deles. Exemplos de relações fertilizantes: A formulação 10-10-10, a relação será de 1-1-1; 10-20-10 terá a relação de 1-2-1 e a formulação 6-24-24 sua relação será de 1-4-4.

CLASSIFICAÇÃO DAS MISTURAS

As misturas podem ser classificadas sob diferentes aspectos como:

Quanto à forma das misturas

Em relação à forma em que os adubos se apresentam, as misturas podem ser: sólidas e líquidas.

Sólidas – As misturas podem ser granuladas ou mistas. Os adubos constituídos da mistura se apresentam na forma sólida. Exemplos: uréia + superfosfato simples + cloreto de potássio (grânulos).

Sulfato de amônio (cristais) + superfosfato simples (grânulos) + cloreto de potássio (grânulos), uréia (grânulos) + superfosfato simples (pó) + cloreto de potássio (grânulos).

Líquidas - Os fertilizantes componentes das misturas são solubilizados individualmente, pois apresentam solubilidades diferentes e depois associadas. Exemplos: uréia (solúvel em água) + superfosfato simples (solúvel em água) + cloreto de potássio (solúvel em água).

Quanto à concentração das misturas

Em relação ao grau de riqueza de nutrientes, as misturas constituídas com NPK, são nomeadas, como misturas de alta, média e baixa concentração.

- **Mistura com alta concentração**

A soma dos elementos constituintes é maior que 40% . Ex: 15-15-15.

- **Mistura de média concentração**

A soma dos constituintes deve apresentar entre 25 a 40%. Ex: 10-10-10.

- **Mistura de baixa concentração**

A soma dos constituintes não deve ser inferior a 24%. Ex: 6-12-6.

Deve-se dar preferência a misturas de alta e média concentração, pois há uma diminuição nos custos da aplicação do produto, entretanto, algumas vezes pode haver conveniências para o emprego de misturas de baixa concentração.

Presença de nutrientes

As misturas quanto a presença de nutrientes, pode ser classificada em binárias ou ternárias.

- **Binárias** - Misturas em que apresentam na sua constituição apenas a presença de dois elementos fertilizantes.

Exemplo: 10-0-10

- **Ternárias** - Misturas que apresentam na sua constituição três elementos fertilizantes.

Exemplo: 10-20-10

- **Misturas enriquecidas** - É o enriquecimento de misturas binárias ou ternárias com um ou mais macro ou micronutrientes.

Exemplo: mistura binária enriquecida com enxofre 6-12-0+5% enxofre

mistura ternária enriquecida com boro 10-10-10 + 5% de boro

COMPATIBILIDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FONTES QUE CONSTITUEM A MISTURA

Compatibilidade física

É desejável que os adubos a serem associados sejam compatíveis fisicamente, entretanto a incompatibilidade física pode ser cometida quando se misturam os adubos incompatíveis se aplica no solo imediatamente, após a formulação da mistura.

- Exemplo de componentes compatíveis fisicamente: uréia (granulada) + superfosfato simples (granulado) + cloreto de potássio (granulado).
- Exemplo de componentes incompatíveis fisicamente: uréia (cristais) + superfosfato simples (pó) + cloreto de potássio (cristais).

No primeiro exemplo a superfície de contacto entre os adubos é menor, pois todos estão na forma de grânulos, logo com a absorção da umidade atmosférica, a uma determinada temperatura (higroscopicidade do adubo), ocorrerá menor mudança física do mesmo. No segundo exemplo, por ter adubos nas formas pulverulenta e cristalina, a absorção da umidade atmosférica é maior, fazendo com que o adubo se torne melado rapidamente, podendo inclusive ocorrer empedramento com um armazenamento mal feito.

Para diminuir a incompatibilidade física ou melhorar uma mistura fisicamente, mesmo sendo compatível, usa-se um material denominado de acondicionador, bucha ou enchimento, que normalmente é uma torta oleaginosa (torta de cacau, mamona ou amendoim).

Compatibilidade química

Os adubos são compatíveis quimicamente quando depois de misturados, não ocorre reação de complexação ou redução entre os elementos químicos. Associações incompatíveis quimicamente não podem ser realizadas em hipótese alguma.

Exemplos:

Reação de redução - Misturar sais amoniacaís (sulfato de amônio, nitrocálcio, nitrato de amônio) ou o sal amídico uréia com substâncias alcalinas, como por exemplo os calcários, pois ocorrerá uma redução do íon amônio (NH_4^+) para amônia (NH_3), havendo perdas de nitrogênio para atmosfera por volatilização.

Reação de complexação ou precipitação química - Não se pode associar fosfatos solúveis em água (superfosfatos) com substâncias alcalinas (calcários), pois a forma monovalente de fósforo, assimilável pelas plantas, passará para as formas bi e trivalente, pouco e não absorvíveis pelas plantas, respectivamente.

Estes não se misturam

Exemplo: os superfosfatos não podem ser misturados à calciocianamida, à escória-de-thomas, aos termofosfatos e ao calcário; podem ser misturados ao nitrocálcio e à uréia apenas um pouco antes da aplicação. Quanto aos demais, não há restrições.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1						X					X				X
2															
3						X	0	0			X				
4						X					X				X
5						X	0				0				0
6	X		X	X	X		X	X	X						
7			0		0	X					X				X
8			0			X					X	0			X
9						X					0				X
10															
11	X		X	X	0		X	X	0						
12								0							
13															
14															
15	X			X	0		X	X	X						

☐ Adubos que podem ser misturados

☐ Adubos que só podem ser misturados pouco antes da aplicação

☒ Adubos que não podem ser misturados

1 Sulfato de amônio

2 Nitrato de sódio e nitrato de potássio

3 Nitrocálcio

4 Nitrato de amônio e sulfonitrato de amônio

5 Uréia

6 Calciocianamida

7 Superfosfatos

8 Fosfatos de amônio

9 Fosfato bicálcico

10 Farinha de ossos

11 Escória-de-thomas e termofosfatos

12 Fosfatos naturais ou rochas fosfatadas

13 Cloreto de potássio

14 Sulfato de potássio

15 Calcário

Fonte: Guia rural, 1990

Capítulo 11 - FERTIRRIGAÇÃO

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Aplicação de deferentes materiais fertilizantes de origem mineral ou orgânica (forma líquida), utilizando a água de irrigação como veículo. Essa técnica de aplicação restringe-se as suplementações de nutrientes após plantio (adubações em cobertura), em culturas de ciclo curto e perene. Empregando-se no plantio adubos na forma sólida mais propriamente em sulcos ou covas.

VANTAGENS

- a) Diminuição dos custos de aplicação (horas homem ou horas trator);
- b) Os nutrientes são disponibilizados as plantas nos momentos de maiores requisições, podendo ser efetuadas as aplicações com maiores fracionamentos;
- c) Melhor controle das perdas por lixiviação e volatilização dos nutrientes nitrogênio e enxofre;
- d) Maior uniformidade de aplicação dos fertilizantes;
- e) No método de irrigação por gotejamento, há uma distribuição mais concentrada dos fertilizantes, aumentando a absorção dos nutrientes pelas plantas. Isso faz com que o coeficiente de aproveitamento do elemento fósforo aumente.

DESVANTAGENS

- a) Em virtude do método de aplicação necessitar que os fertilizantes minerais sejam muito solúveis, aumentam os custos com o insumo adubo;
- b) O agricultor terá maiores gastos para adquirir o sistema de irrigação;
- c) Ocorre risco de corrosão do sistema de irrigação, pois alguns fertilizantes apresentam altos índices salinos;
- d) Quando se utiliza o método de irrigação por aspersão em culturas perenes, há um desperdício de fertilizantes e aumenta o número de ervas daninhas em virtude da aplicação não ser localizada;

- e) Maiores cuidados com a água no que diz respeito a química, deve-se evitar água dura (rica em sais).

MÉTODOS DE FERTIRRIGAÇÃO

Superfície

Nesse sistema a água é conduzida sobre a própria superfície do solo, por canais ou sulcos, faixas ou tabuleiros com a inundação da área por inteira. O método apresenta duas desvantagens, como:

- a) Menor uniformidade de distribuição, prejudicando a aplicação do produto;
- b) Perda de água por percolação no início dos sulcos e perda por escoamento superficial no final dos sulcos. Para diminuir as perdas é essencial que a solução fertilizante seja coletada e se faça a reutilização.

Localizada

Sistemas de irrigação onde a solução fertilizante é aplicada diretamente no local de maior concentração de raízes, com pequena intensidade e alta frequência. A irrigação localizada compreende o gotejamento e a microaspersão. Esse método de irrigação apresenta as seguintes vantagens: alta uniformidade de aplicação, melhor controle da qualidade de água a ser fornecida às plantas, manutenção da umidade próxima a capacidade de campo, maior concentração dos nutrientes (gotejamento), melhorar a mobilidade do fósforo no solo, aumentando o coeficiente de aproveitamento do elemento, diminuir o desperdício de fertilizantes por cair em área restrita.

Como desvantagem, principalmente no gotejamento os fertilizantes precisam ter alta solubilidade, pois caso contrário ocorre entupimento nos pequenos orifícios dos emissores, o que encarece a prática. A água de irrigação também não pode conter sólidos em suspensões para que não ocorra o mesmo problema.



Figura 22. Gotejamento em mamão (Adaptado de Oliveira et al., 2000)



Figura 23. Microaspersão em banana (Adaptado de Oliveira et al., 2000)

Aspersão

Método em que a água é aspergida sobre toda a superfície do terreno e, ou sobre as plantas de modo semelhante a chuva. Os sistemas de irrigação por aspersão são: convencional, pivô-central e autopropelido.

Aspersão Convencional

Nesse sistema recomenda-se utilizar a primeira metade da irrigação para distribuir a solução fertilizante, e a outra metade para melhor incorporação do fertilizante ao solo.

Pivô-Central

A solução fertilizante é continuamente injetada, sendo o sistema móvel, com vantagens sobre a aspersão convencional.

Autopropelido

Sistema mais usado em culturas com alta densidade populacional, como na cultura do soja, feijão, adubos verdes de um modo geral, etc, pois a solução fertilizante é distribuída sobre toda a área plantada.

Esse sistema apresenta as seguintes desvantagens: não deve ser usado em culturas com baixa densidade populacional, em solos compactados onde o sistema radicular das plantas é pequeno e áreas com grande disseminação de ervas daninhas.

Seja qual for o sistema de aplicação da solução fertilizante é de 1 – 2 horas. Após as aplicações, irrigar por aproximadamente 30 minutos para que o sistema de irrigação seja limpo, evitando formação de crostas nos emissores e também serve para colocar os nutrientes mais próximos a área de absorção das raízes.

FERTIRRIGAÇÃO E O COMPORTAMENTO DOS NUTRIENTES

MACRONUTRIENTES

Nitrogênio

Dos elementos essenciais ao metabolismo vegetal, é aquele que é o mais usado na fertirrigação, em virtude dos seguintes fatores: bastante exigido pelas culturas e apresenta ótima translocação no solo.

O nitrogênio aplicado via água de irrigação é mais bem aproveitado pela planta comparando-se ao coeficiente de aproveitamento quando se utiliza os métodos convencionais de aplicação, isso se deve a possibilidade de maior fracionamento do elemento, com diminuição das perdas por volatilização e principalmente a lixiviação.

Fósforo

Dentre os métodos de irrigação empregados, o método localizado, principalmente o gotejamento é o que proporciona melhor aproveitamento de fósforo pela planta, pois o nutriente é aplicado na zona de maior concentração de raízes, em área localizada, consequentemente as perdas por adsorção, e principalmente por precipitação ou fixação química são menores.

Das fontes que contém fósforo, as misturas complexas granuladas MAP (fosfato monoamônico) e DAP (fosfato diamônico), são os fertilizantes sólidos mais empregados na fertirrigação. O ácido fósforico e o MAP tem sido muito usados, pois além de serem boas fontes do elemento, reduz o pH da água, evitando a precipitação do fósforo pelo cálcio.

Potássio

O melhor aproveitamento do íon potássio pela planta, empregando-se a fertirrigação, ocorre quando é utilizada a irrigação por gotejamento, pois como o fósforo vai haver alta concentração do elemento sob os emissores. As aplicações devem ser parceladas, principalmente em solos arenosos devido ao perigo de haver grandes perdas por lixiviação.

Tanto o fósforo, como o potássio só devem ser aplicados em irrigações por aspersão, quando se deseja a aplicação dos nutrientes por toda a área. Deve-se chamar atenção que embora o íon potássio seja mais móvel no solo que o fósforo, a movimentação maior desse elemento para as camadas inferiores do solo, ocorre em solos com baixa CTC, como os arenosos.

Cálcio e Magnésio

As fontes normais desses elementos são os calcários, entretanto se houver necessidade de suplementação, pode-se usar na fertirrigação por gotejamento os seguintes adubos: nitrato de cálcio e sulfato de magnésio.

Enxofre

Pode-se fazer aplicações suplementares com sulfato de amônio ou sulfato de potássio, como fontes solúveis de enxofre.

MICRONUTRIENTES

O ferro, cobre, zinco e manganês, possuem pouca mobilidade no solo por serem micronutrientes metálicos, devido as fixações a que são submetidos. Logo as aplicações desses nutrientes durante a safra não corrige deficiências, mesmo sendo aplicados na fertirrigação, principalmente se o método usado for a aspersão, pois a concentração do nutriente é menor próximo às raízes das plantas. Ao contrário dos demais o boro e o cloro apresentam alta mobilidade no solo. Os micronutrientes metálicos preferencialmente devem ser usados na forma de quelatos, pois reagem menos com os componentes da solução fertilizante do solo.

FERTILIZANTES CONTENDO MACRO E MICRONUTRIENTES

Quadro 15.3. Fertilizantes líquidos encontráveis no mercado

Tipo de formulação	Exemplos (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) ^{1/}
Soluções nitrogenadas	32-0-0 (uran) e 20-0-0 + 4% S (sulfuran)
Fosfatos de amônio	6-30-0; 10-30-0
Soluções claras	
- NK	8-0-12 ; 16-0-7 ; 18-0-9
- NPK	2-10-10; 6-3-12; 9-3-9
Suspensões	
- NK	15-0-15; 14-0-21
- NPK	3-15-15; 16-4-16; 12-3-8; 12-6-12

^{1/} Outras formulações podem ser preparadas, inclusive acrescidas de micronutrientes. As principais fontes de nitrogênio (N) para o preparo das formulações líquidas são a uréia, o nitrato de amônio, o MAP e o sulfato de amônio. Quanto às matérias primas que contêm fósforo (P₂O₅), as mais utilizadas são o ácido fosfórico e o MAP. O cloreto de potássio é a principal fonte de potássio (K₂O).

Quadro 15.4. Fórmula e concentração de algumas fontes de micronutrientes solúveis em água

Fertilizante	Fórmula	Concentração	Solubilidade em água
		--- % ---	g/L
Ácido bórico	H_3BO_3	17 B	63
Bórax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	11 B	20
Molibdato de amônio	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	54 Mo	430
Molibdato de sódio	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	39 Mo	562
Quelato de ferro	NaFeEDDHA	6 Fe	140
Quelato de zinco ^{1/}	$Na_2ZnEDTA$	14 Zn	-
Solubor	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O + Na_2B_{10}O_{16} \cdot 10H_2O$	20 B	220
Sulfato de cobre	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	25 Cu	316
Sulfato manganoso	$MnSO_4 \cdot 3H_2O$	26-28 Mn	742
Sulfato de zinco	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	22 Zn	965

^{1/} Estabilidade elevada em pH entre 6,5 e 7,5.

Os fertilizantes mais utilizados na fertirrigação são aqueles de maior solubilidade, as soluções nitrogenadas, adubos mistos e soluções mistas, embora possam ser utilizados adubos isolados, como uréia, sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Os materiais fertilizantes que contêm cálcio nas suas constituições são incompatíveis com fertilizantes que contêm enxofre (SO_4^-) ou fosfato (H_2PO_4). A precipitação ou retrogradação de adubos fosfatados aumenta quando a concentração de cálcio na água de irrigação é maior que 120 mg/l (água contendo muitos sais).

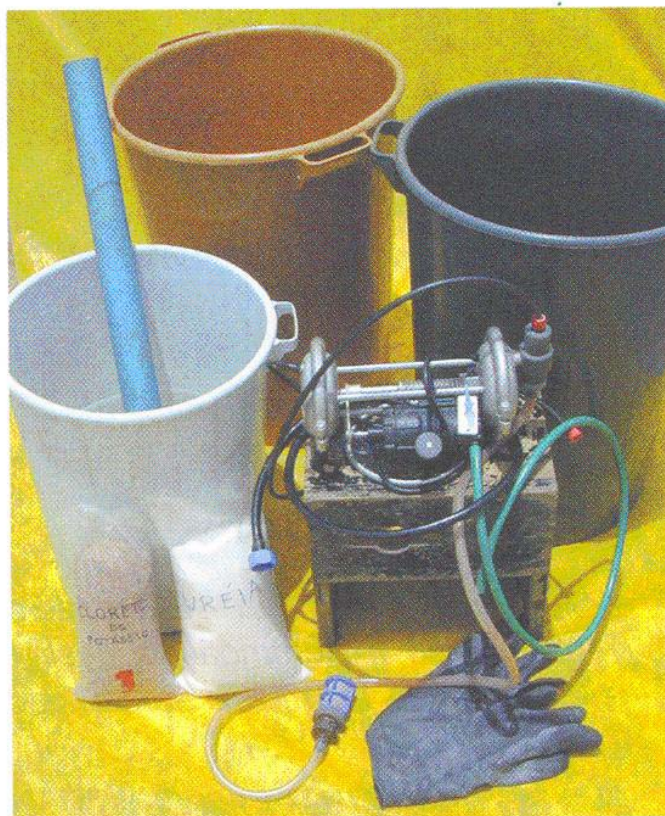
EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS USADOS NA FERTIRRIGAÇÃO

As figuras abaixo, mostram os procedimentos e equipamentos utilizados na aplicação de fertilizantes via água de irrigação.

REÚNA O MATERIAL

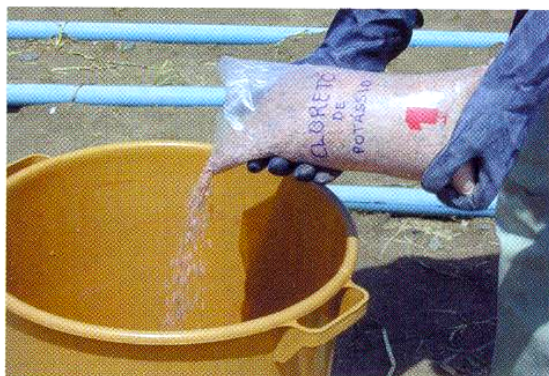
COLOQUE O FERTILIZANTE NO RECIPIENTE DE PREPARO DA SOLUÇÃO

O fertilizante a ser usado depende da necessidade da cultura e da análise de solo. A seguir é exemplificado o uso de uréia e cloreto de potássio.



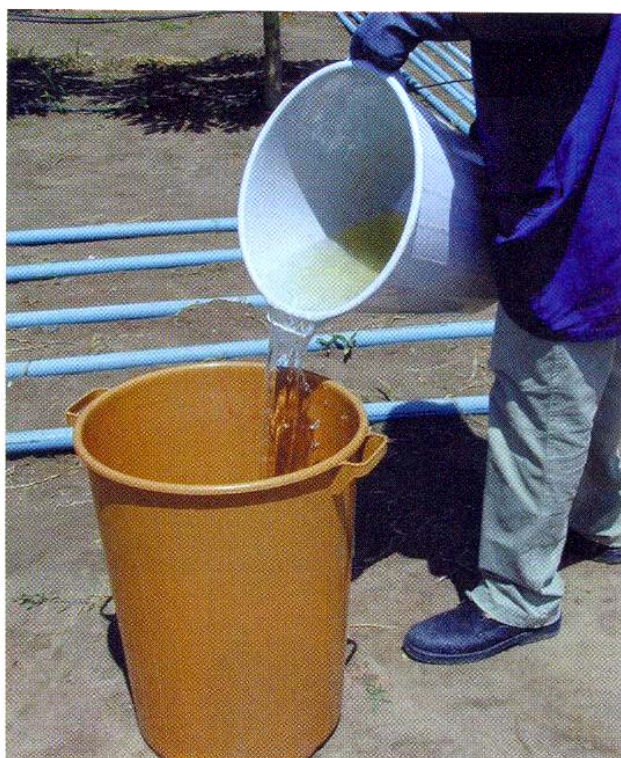
COLOQUE URÉIA



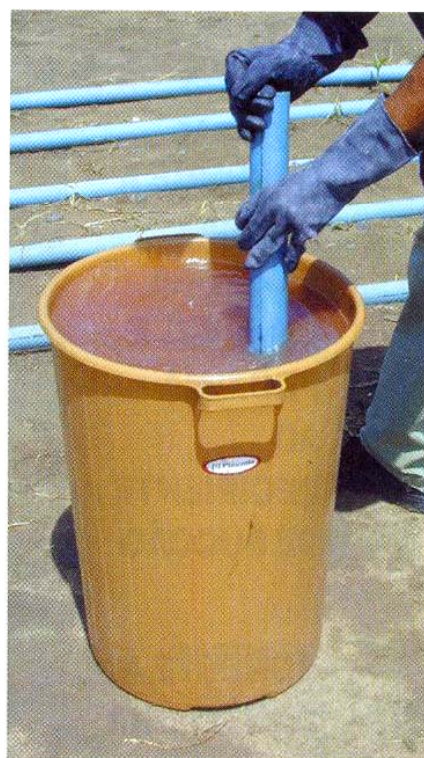


**COLOQUE
CLORETO DE
POTÁSSIO**

**ADICIONE ÁGUA
AO RECIPIENTE
DE PREPARO**



**AGITE A MISTURA
PARA DISSOLVER
O FERTILIZANTE**



Precaução: Para garantir a segurança do operador deve-se usar luvas para evitar contato direto com a calda.

A calda deve ser deixada em repouso durante 30 minutos, para a decantação do material grosseiro.

**TRANSFIRA
A CALDA
PARA O
RECIPIENTE
DE SUCÇÃO**



Atenção: Na transferência da calda deve-se ter o cuidado de reter no fundo do recipiente as impurezas do fertilizante.

**COLOQUE A
BOMBA
INJETORA
EM NÍVEL E
PRÓXIMA
AO
RECIPIENTE
DE SUCÇÃO**



**CONECTE A
MANGUEIRA
DE
ENTRADA
DE ÁGUA DA
BOMBA NA
TUBULAÇÃO**





**ENROSQUE A
VÁLVULA DE
INJEÇÃO**



**CONECTE A
MANGUEIRA
DE INJEÇÃO
DA CALDA NA
VÁLVULA DE
INJEÇÃO**



**MERGULHE A
MANGUEIRA
DE SUCÇÃO
NO
RECIPIENTE
CONTENDO A
CALDA**

VERIFIQUE A ABERTURA DA VÁLVULA DE CONTROLE DE INJEÇÃO



O ajuste da abertura da válvula de controle de injeção deve ser realizado em função da vazão da bomba injetora e do tempo de irrigação.

ABRA O REGISTRO DE ENTRADA DE ÁGUA NA BOMBA





ABRA O REGISTRO DE INJEÇÃO DA CALDA NA TUBULAÇÃO

A aplicação da calda deve começar pelo menos 15 minutos após o início da irrigação, tempo necessário para o enchimento completo da tubulação.

ESPERE O TEMPO NECESSÁRIO PARA INJEÇÃO DA CALDA

FECHE OS REGISTROS DE ENTRADA E SAÍDA DA BOMBA INJETORA

DESCONECTE AS MANGUEIRAS DE ENTRADA DE ÁGUA NA BOMBA E DE INJEÇÃO DA CALDA

Atenção: Após a injeção de toda a calda, a irrigação deve continuar por um tempo de 15 a 30 minutos de modo a permitir a lavagem de todo o sistema. Desta maneira, evita-se o entupimento dos emissores bem como a proliferação de microorganismos.

Figura 25. Equipamentos e procedimento utilizados na fertirrigação (Adaptado de Oliveira et al., 2000)

Capítulo 12 - ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A matéria orgânica é o material mais eficiente para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo, sendo também importante quimicamente.

Com o advento da adubação química, o adubo orgânico ficou relegado a terceiro plano, o que vem interferindo negativamente na vida dos organismos do solo, prejudicando a aeração e armazenamento de água do solo, além da diminuição da fertilidade, pois direta ou indiretamente a matéria orgânica contribui para uma maior riqueza em elementos nutritivos.

A maioria dos nossos solos tem valores S, CTC e V baixos, o que prejudica a disponibilidade de nutrientes para as plantas, mas se fizermos a adição constante de matéria orgânica de boa qualidade e em quantidade suficiente aumentará sobremodo esses valores, elevando a produção e produtividade das culturas.

Aquele que trabalha no campo, precisa entender que a reposição da matéria orgânica no solo, deve ser uma prática indispensável e constante, pois as nossas condições climáticas (calor e umidade) favorecem a uma rápida oxidação da matéria orgânica.

Além de não repormos com a constancia devida a matéria orgânica no solo, cometemos pecados inadmissíveis, pois as queimadas que são freqüentes destroem o mulch ou serrapilheira, extinguindo grande parte da matéria orgânica potencial. Ao cultivar o solo não temos os cuidados devidos com o processo erosivo, que se incumbe de raspar o resto da matéria orgânica que fica na camada arável do solo. Precisamos preservar a matéria orgânica do nosso solo, e você também, tem essa responsabilidade.

PRINCIPAIS EFEITOS PROPORCIONADOS PELA ADUBAÇÃO ORGÂNICA

O adubo orgânico quando curtido ou curado em condições adequadas, propicia maravilhosos efeitos de ordem física, química e biológica ao solo, como:

Efeitos físicos

- a) Melhora a estrutura do solo, pois a matéria orgânica quando curada tem um espetacular efeito cimentante de partículas, deixando os agregados mais estáveis (solo grumoso);

- b) Fomenta a aeração do solo, ficando mais fácil a entrada de oxigênio (O_2) e saída de gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4);
- c) A adição de matéria orgânica, em solos argilosos, fazem com que seja diminuída a densidade no mesmo, tornando-os mais leves. Enquanto que nos arenosos, favorece um melhor enorpamento;
- d) Aumenta sobremodo o armazenamento de água, já que a matéria orgânica quando humificada retém mais a água no solo, agindo como uma esponja.

Efeitos químicos

- b) Disponibiliza direta ou indiretamente macro e micronutrientes para as plantas;
- c) Faz a quelação de elementos metálicos indispensáveis, como: ferro, cobre, zinco e manganês, devido a presença de ácidos húmicos, himatomelânicos, fúlvicos e humina, o que preserva mais esses micronutrientes de processos de lixiviação e fixações no solo;
- d) Aumenta os valores de soma de bases e capacidade de troca de cátions do solo, repercutindo na percentagem de saturação de bases, pelo acréscimo de colóides orgânicos ao solo;
- e) Aumenta o poder tampão do solo, devido a adição de colóides orgânicos, diminuindo a oscilação do pH do solo, o que repercute positivamente na absorção de elementos pelas plantas;
- f) Diminui o alumínio trocável (Al^{+++}) do solo, pelo efeito quelante da matéria orgânica humificada;
- g) Aumenta a disponibilidade do fósforo, devido a quelação do alumínio trocável.

A presença dos nutrientes

Os adubos orgânicos têm baixa concentração de nutrientes, mas sua função mais importante é melhorar a estrutura do solo.

Adubos orgânicos	Porcentagens médias			
	Matéria orgânica	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Turfa	77	3	0,2	0,4
Estercos: [cavalo boi galinha porco]	46	1,4	0,5	1,8
	57	1,7	0,9	1,4
	52	2,8	6,0	1,7
	53	1,9	0,7	0,5
Composto orgânico	60	1,4	0,6	0,7
Biofertilizante	47	0,9	0,1	0,5
Cama de aves: [frango galinha]	60	1,9	1,2	1,3
	60	2,5	1,6	2,0
Vinhaça	63	0,7	0,2	5,0
Torta de filtro	82	1,4	1,0	0,7
Lixo domiciliar	30	0,6	0,4	1,2

Fonte: Guia rural, 1990

Efeitos biológicos

- Aumenta sobremodo a população de microrganismos, principalmente, fungos, bactérias e actinomicetos, responsáveis por inúmeras reações bioquímicas, importantes para a agricultura;
- Interfere positivamente na vida de outros organismos, como as minhocas, que são verdadeiros arados biológicos, facilitando as trocas gasosas, com saída de dióxido de carbono e metano e entrada de oxigênio ao solo.



Figura 26. Principais microorganismos encontrados no solo (Guia rural, 1990)

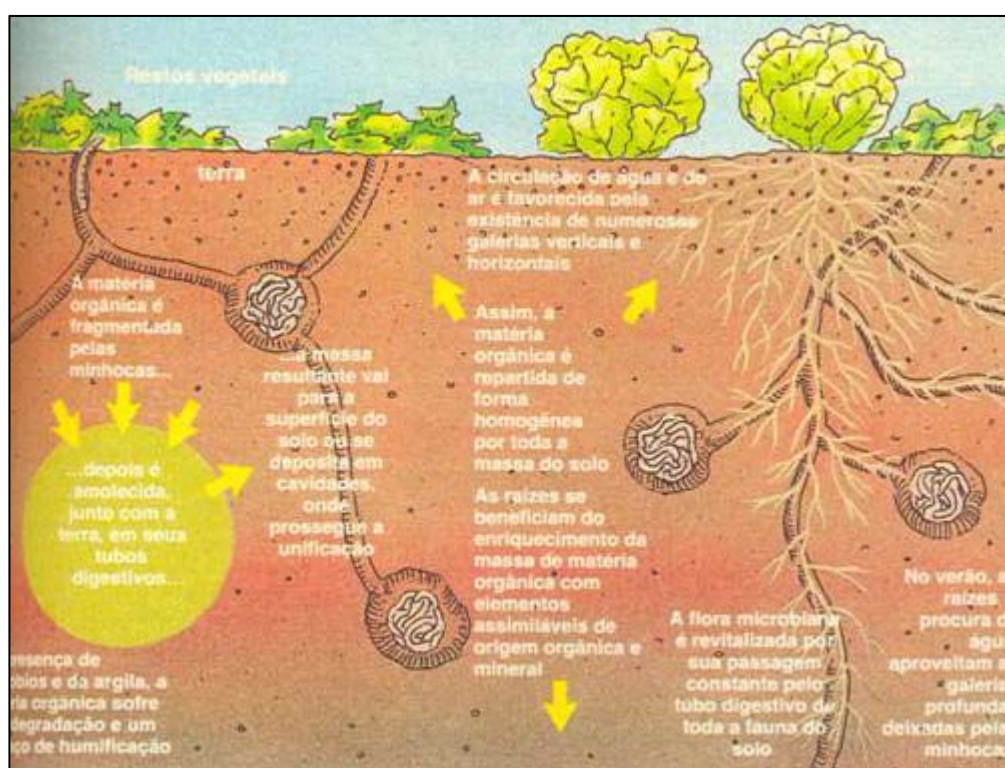


Figura 27. Efeitos proporcionados pelos microorganismos no solo (Guia rural, 1992)

PRINCIPAIS ADUBOS ORGÂNICOS

COMPOSTO ORGÂNICO

USO DO COMPOSTO ORGÂNICO

A compostagem é a prática mais fácil e barata de multiplicação da matéria orgânica na propriedade agrícola. Consiste no aproveitamento de restos que não estejam sendo utilizados no arração animal, como: cascas de frutas e verduras, lavagens de pratos sem sabão, restos de culturas, etc.

TIPOS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

O composto orgânico pode ser confeccionado na superfície do solo, sob a forma meda ou entrincheirado (trincheira). Ambas as formas de preparo apresentam vantagens e desvantagens, sendo que o tipo meda é mais fácil na sua condução, principalmente em relação aos cortes ou reviramentos, entretanto o composto tipo trincheira mantém mais a umidade do material.

MODO DE PREPARO DO COMPOSTO ORGÂNICO

Independente do tipo escolhido, o preparo do composto é o mesmo, consistindo das seguintes etapas:

Escolha da área

A área deve ser plana, pois havendo declive pode ocorrer arrastamento de material, caso haja precipitações pluviométricas mais volumosas. O local escolhido pode ser a céu aberto, ou se confeccionar o composto sob árvore, a última alternativa é mais adequada, pois evita-se a incidência de raios solares sobre a pilha, o que ressecaria o composto, e também levaria a um maior umedecimento devido às chuvas. Pode ser construída uma palhoça de sapé, evitando-se esses problemas. No composto a céu aberto, ocorre também maior volatilização de nitrogênio na forma de amônia e enxofre como gás sulfídrico, devido a incidência direta dos raios solares sobre a pilha e maior temperatura.

Picamento do material

Os restos vegetais devem ser cortados com facão, ou passados em desintegrador. Esse procedimento aumenta grandemente a superfície de contacto entre os microorganismos e os restos, facilitando a decomposição e diminuindo o tempo de humificação.

Inóculo

È o material que levará os microorganismos (fungos, bactérias e actinomicetos), para decomporem os restos. O inóculo é constituído de esterco cru ou em fermentação, e/ou terra urinosa (terra de curral) ou mesmo turfa.

Material neutralizante

Visa aumentar o pH do meio, fator positivo principalmente para flora actinomiceta. Pode-se usar como material neutralizante cinzas de madeira ou calcários.

Formação da pilha ou meda

Coloque uma camada de restos aproximadamente 20 a 30 cm, em seguida faça uma irrigação, coloque sobre os restos uma quantidade suficiente de esterco fresco ou em fermentação, podendo também ser adicionado junto ao estrume terra de curral, e/ou turfa (materiais inoculantes). Pulverize uma quantidade de calcário (material neutralizante) que cubra inteiramente o inóculo. Todo o processo é repetido até que a pilha fique com uma altura máxima de 100 a 150 cm, sendo que a última camada deve ter apenas material palhoso, de preferência seco. A pilha normalmente apresenta 2 metros de largura, sendo que o comprimento é de livre escolha, entretanto, a altura não deve exceder às dimensões supra citadas, pois ocorrerá compactação das camadas subjacentes, causando anaerobiose e possível tombamento da pilha.

Formato e tamanho da pilha

A pilha deve ter forma de pirâmide, logo a base deve ser maior que o topo, com isso evita-se maior encharcamento das camadas intermediárias, pois a água ficará menos acumulada devido ao declive da pilha. Esse procedimento aumenta a aeração da pilha, o que é positivo, pois o processo é eminentemente aeróbico.

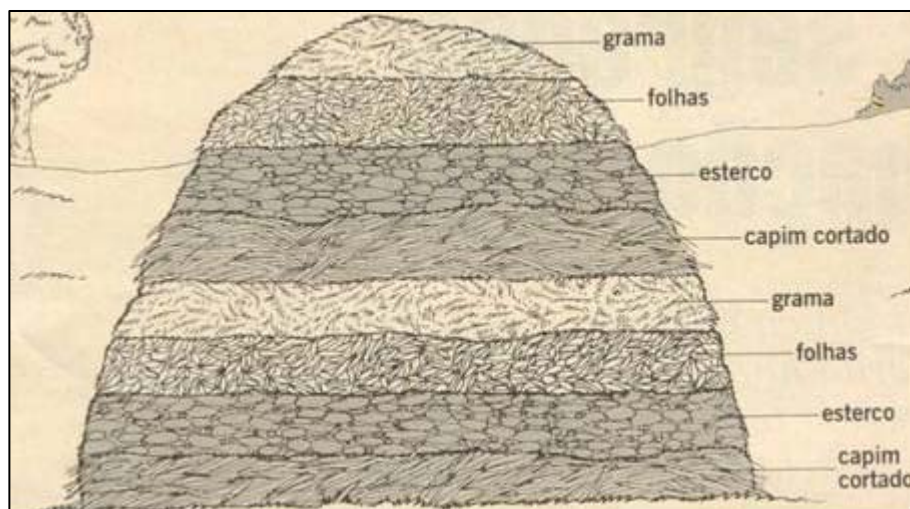


Figura 28. Formato da pilha (Guia rural, 1990)

Teste de hidratação

Antes do procedimento da irrigação, retire 8 a 10 sub amostras de locais e profundidades diferentes da pilha, faça a homogeneização das mesmas, retire uma porção coloque na palma da mão e feche o punho, caso verta água entre os dedos a pilha está exageradamente molhada, logo proceda apenas o corte, pois com uma nova irrigação o ambiente ficará anaeróbico.

Irrigação da pilha

Todas as vezes que forem procedidos cortes, faça a irrigação da pilha caso necessário. Lembre-se que a compostagem é uma prática que necessita de oxigênio, caso você irrigue muito o ar será expulso pela água e o composto ficará anaeróbico, produzindo um adubo de péssima qualidade e mal cheiroso. A água serve para diminuir a temperatura e conferir tenracidade a massa.

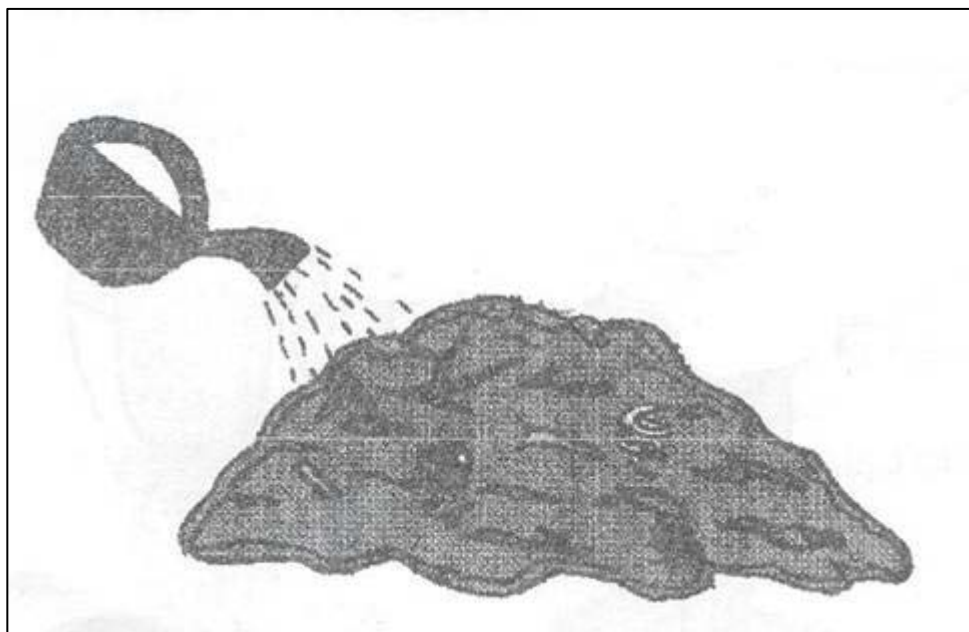


Figura 29. Irrigação da pilha (Adaptado de Carvalho et al., 2001)

Temperatura da pilha

As faixas de temperatura que podem ocorrer são: criófila (temperatura muito baixa, não podendo ser sentida ao tato), mesófila (temperatura entre 15 a 20°C) e termófila (além de 20°C).

A temperatura criófila ocorre nas seguintes situações: na época da implantação do composto, ou ao completar o processo de decomposição, ou quando o processo é paralizado pelos seguintes motivos: falta de cortes (ausência de O_2), irrigação deficiente ou exagerada, adição pequena de material inoculante.

A temperatura de decomposição deve girar em torno dos 60°C, caso exceda esse valor pode ocorrer grandes perdas de nitrogênio na forma de amônia (NH_3) e enxofre, na forma de gás sulfídrico (SO_2), da massa em fermentação. A faixa de temperatura mais presente, durante o processo fermentativo é a mesófila.

A temperatura deve ser medida após 3 dias de implantação do composto, tomando-se periodicamente outras medições durante as épocas de cortes. Temperaturas baixas, sem sair da faixa mesófila, e caindo para a criófila, demonstram problemas na fermentação.

Para a tomada de temperatura usa-se termômetro de esterqueira ou termômetro digital. Também pode ser usado um pedaço de ferro, que colocado na pilha com aproximadamente dez minutos armazenará calor. Caso o observador coloque a barra de ferro no seu antebraço e sinta temperatura alta, é sinal que a pilha está demasiadamente quente, ou seja, ultrapassando

a temperatura dos 60°C e necessitando de irrigação. Cuidado, temperaturas superiores a 60°C, levam a queima do adubo, o que é caracterizado por um esbranquiçamento do mesmo durante o processo de decomposição.

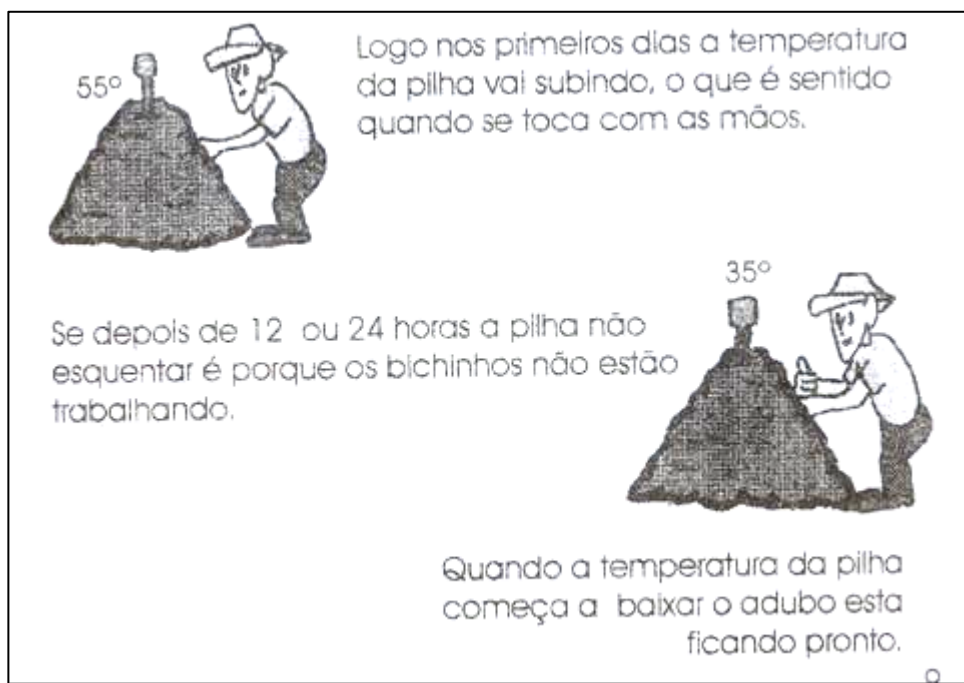


Figura 30. Controle da temperatura da pilha (Carvalho et al., 2001)

Corte ou reviramento da pilha

Visa fomentar a aeração da pilha, pois os microrganismos necessitam do oxigênio para as suas vidas e transformação dos materiais (restos) em húmus. Os cortes devem ser efetuados nos seguintes espaços de tempo: 1º corte 3º dia após a implantação do composto, com uma sequência de cortes de 7 em 7 dias ou 15 em 15 dias, até a humificação, que pode ocorrer entre 45 a 90 dias, a depender do material utilizado (maior ou menor lignificação) e do processo de condução.

Para proceder os cortes ou reviramentos da pilha, necessita-se de uma enxada com corte afiado e pá. Revire o material invertendo as camadas, ou seja, as de cima passarão para baixo e vice-versa. Essa prática aumenta a aeração da pilha.

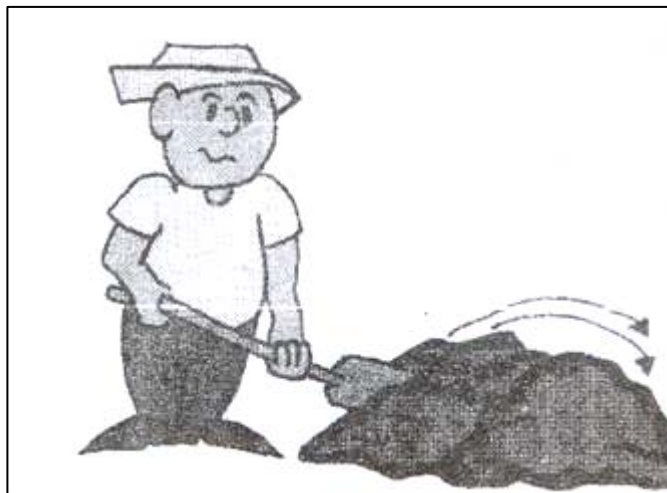


Figura 31. Processo de reviramento da pilha (Carvalho et al., 2001)

Testes de cura do composto orgânico

Entre 45 a 90 dias, época em que o composto deve ter atingido a bioestabilização e humificação, procede-se os testes de cura. Os mais utilizados são: teste de temperatura e o teste da graxa.

Teste de temperatura

Retire 8 a 10 sub amostras de locais e profundidades diferentes. Em seguida junte essas porções formando uma amostra composta, umedeça e caso não haja aumento de temperatura dentro de 24 horas o composto está fermentado, e pronto para ser usado no campo. Esse teste não é muito confiável, sendo mais usado o teste da graxa.

Teste da graxa

Esse teste é mais usado que o anterior. São retiradas 8 a 10 sub amostras, que após homogenizadas e umedecidas, devem ser friccionadas nas palmas das mãos, caso as mesmas fiquem engraxadas, como graxa de sapato preto é sinal que a concentração de ácidos humico, fúlvico, himatomelanico e humina é alta, logo o adubo está humificado podendo ser utilizado no campo.

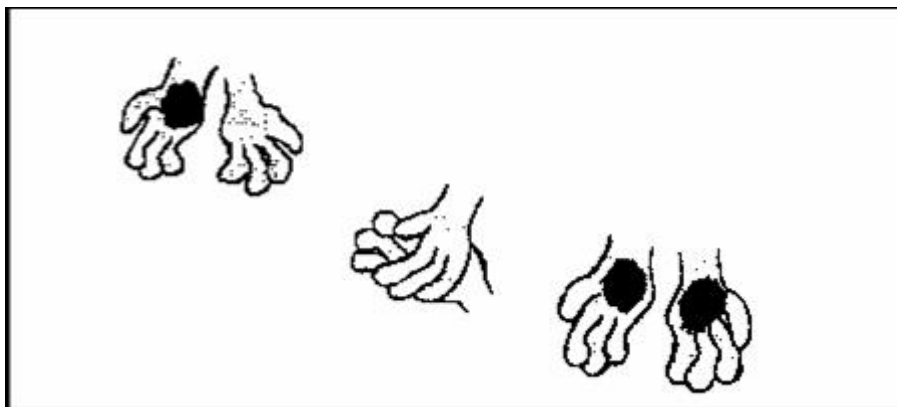


Figura 32. Teste da graxa (Carvalho et al., 2001)

APLICAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO NO CAMPO

A quantidade a usar de composto orgânico por hectare, gira em torno de 15 a 20 toneladas. Nas adubações de plantio, o uso de forma localizada fica restrita a aplicações em cova ou sulco. Em adubações de cobertura, o composto pode ser diluído em água, com duas partes de composto para uma parte de água e após peneirado, é colocado em um regador sem crivo e usado em linha para culturas de ciclo curto e plantas olerícolas. Pode-se usar também o composto orgânico a lanço, ou seja, cobrindo toda a área, com posterior incorporação através de enxada ou grade, na proporção de 20 a 30 t/ha.



Figura 33. Diferentes modos de aplicação do composto orgânico (Carvalho et al., 2001)

VERMICOMPOSTO

É o uso de minhocas, principalmente a vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida* L.), também conhecida como minhoca de esterco, em canteiros de tijolinhos, devidamente preparados, visando um maior enriquecimento do adubo orgânico em nutrientes, principalmente de fósforo.

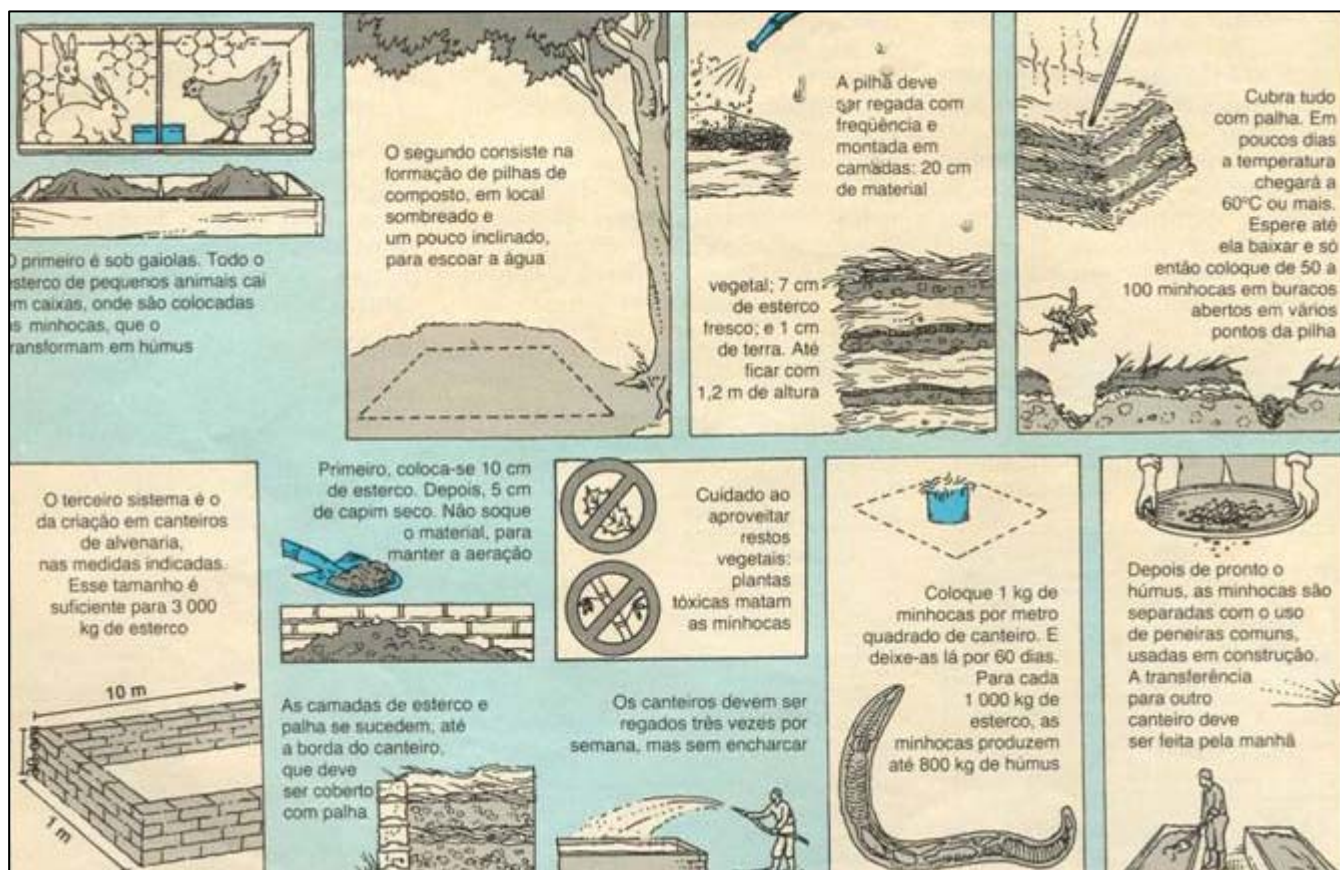


Figura 34. Diferentes sistemas de criação e os principais cuidados que devem ser observados na vermicompostagem (Guia rural, 1990)

PREPARO DO VERMICOMPOSTO

Em canteiros confeccionados de tijolinhos revestidos de cimento por dentro e chapiscado por fora, coloque o estrume com aproximadamente 15 dias de antecedência a inoculação das minhocas, para que ocorra a queda de temperatura, acidez e salinidade de esterco. Decorrido esse tempo proceda a inoculação da minhoca de esterco, que é a vermelha

da Califórnia, usando aproximadamente 1 litro de minhoca por m² de canteiro. Irrigue os canteiros de 7 em 7 dias, e com aproximadamente 45 a 60 dias da inoculação o estrume estará pronto para ser usado no campo.



Figura 35. Preparo do canteiro (Guia rural, 1995)

As informações dadas em relação à teste de cura e uso para composto orgânico, são pertinentes para o vermicomposto.



Figura 36. Criação de minhocas vermelha da Califórnia (Guia rural, 1995)

ADUBAÇÃO VERDE

Prática que visa proteger e melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, entretanto, pouco difundida e empregada na região nordeste. Consiste na incorporação ao solo, através de qualquer material vegetal que não esteja na forma de mulch e sim verde, principalmente de plantas leguminosas.

PRINCIPAIS ADUBOS VERDES

Confira as características e o potencial das plantas mais indicadas para fertilizar o solo						
Nome comum	Família	Ciclo	Porte	Sementes necessárias p/plantio	Espaçamentos	Observações
Aveia-preta	Gramíneas (inverno)	Anual	Herbáceo	80 a 100 kg/ha	20 cm entre linhas; profund.: 3,5 cm	Mais tolerante ao alumínio e seca; diminui a população de nematóides; existem várias espécies.
Azevém	Gramíneas (inverno)	Anual	Herbáceo	25 a 30 kg/ha	20 cm entre linhas	Usado p/cobertura do solo e como forragem. Em rotação com soja tem diminuído a infestação de mato e a aplicação de herbicidas.
Calopogônio	Legumes (de verão)	Anual	Trepadeira	4 kg/ha	de arroz	Como forrageira, consorcia-se com a braquiária. Fixa cerca de 300 kg/ha de nitrogênio por ano.
Centeio	Gramíneas (inverno)	Anual	Herbáceo	80 a 100 kg/ha	18 cm entre linhas	Ciclo de 140 dias; produz cerca de 30 t/ha/ano de massa verde.
Coiza	Crucíferas (inverno)	Anual	Herbáceo	6 a 8 kg/ha	18 cm entre linhas	Frutos com 5 a 8 sementes; ciclo de 100 a 120 dias.
Chicharo	Legumes (de inverno)	Anual	Trepadeira	120 kg/ha	20 a 30 cm entre linhas	Trepadeira ou prostrada.
Crotalária juncea	Legumes (de verão)	Anual	Herbáceo ereto (chega a 2 m de altura)	55 kg/ha	50 x 2 cm	Caule utilizado na indústria de papel; plantio continuado, na mesma área, provoca a "murcha do florescimento": 100/120 dias.
Ervilhaca	Legumes (de inverno)	Anual	Herbáceo	40 kg/ha	20 cm entre linhas	Trepadora, não gosta de muita umidade. Massa verde: 20 t/ha. Semente inoculada fixa 90 t/ha de nitrogênio por ano.
Feijão-de-porco	Legumes (de verão)	Anual curto	Arbustivo	70 kg/ha	50 cm entre linhas 20 cm entre plantas	Utilizado como adubo verde em cafezais; para colher sementes, plantar cedo (set/out); florescimento: 80 a 90 dias.
Girassol	Composta	Anual	Herbáceo	14 kg/ha	80 x 40 cm profund.: 4 cm	Fec. cruzada; semente: 1 300 kg/ha; ciclo: 100 a 120 dias
Guandu fava larga	Legumes (de verão)	Semi-perene	Herbácea ereto	20 kg/ha	50 x 20 cm	O cultivo não deve passar de 2 anos, senão os troncos engrossam e ficam difíceis de incorporar (exceto em faixas intercaladas que não se incorporam).
Mucuna anã	Legumes (de verão)	Anual curto	Arbustivo	55 kg/ha	50 x 20 cm	Adubo verde p/cafezal e plantas perenes; produção de sementes: 900 a 1 000 kg por ha; florescimento: 80 a 90 dias.
Mucuna preta	Legumes (de verão)	Anual longo	Trepadeira	60 kg/ha	50 x 20 cm	Utilizado p/forragem. As sementes são boas como alimento p/gado; florescimento: 140 a 150 dias.
Nabo forrageiro	Crucíferas (inverno)	Anual	Herbáceo	12 a 20 kg/ha	20 cm entre linhas	Frutos com 2 a 10 sementes de cor marrom.
Serradela	Legumes (de inverno)	Anual	Herbáceo prostrado	30 kg/ha	20 cm entre linhas; profund.: 2 a 3 cm	Consociação: 20 kg/ha de serradela + 40 kg/ha de aveia-preta, ou 15 kg/ha de azevém, ou 50 kg/ha de centeio. Produção de matéria seca: 20 t a 60 t/ha/ano.
Tremoço	Legumes (de inverno)	Anual	Herbáceo ereto	70 kg/ha	30 a 35 cm entre linhas	Massa verde: 30 a 40 t/ha. Inocular a semente p/plantio.

Fonte: Guia rural, 1995

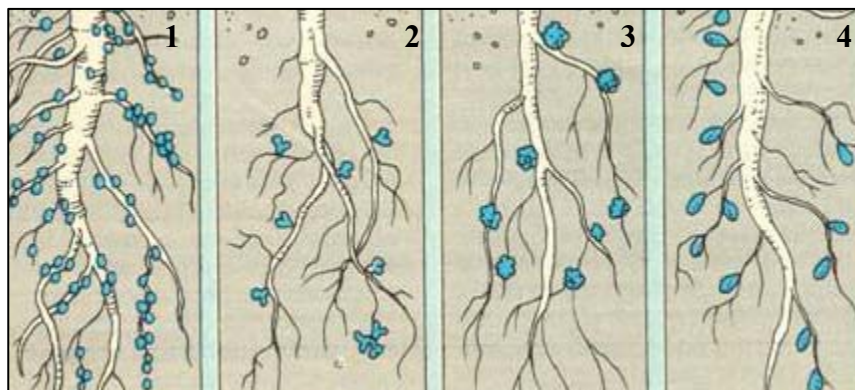


Figura 37. Colônias de rizóbio soja (1); bifurcados na alfafa (2); globulados na ervilha (3) e ovais no trevo branco (4) (Guia rural, 1990)

PROCESSO DE INOCULAÇÃO

1. Misturar 100 mL de água potável com 100g inoculante até formar uma pasta homogênea;
2. Misturar essa pasta homogênea com as sementes, até que estejam envolvidas por uma camada uniforme do inoculante;
3. Espalhar e deixar secar em lugar sombreado, fresco e arejado; e
4. As sementes inoculadas devem ser plantadas no máximo no dia seguinte.

CUIDADOS NO PROCESSO DE INOCULAÇÃO

1. Não usar inoculante vencido;
2. Espalhar sementes após inoculação;
3. Não expor as sementes inoculadas ao sol e altas temperaturas; e
4. Nunca tratar sementes inoculadas com produtos mercuriais.

INCORPORAÇÃO DO ADUBO VERDE

O adubo verde é incorporado ao solo para aumentar o teor de matéria orgânica desse e enriquecê-lo em nitrogênio, através gradagem na época da floração, quando o acúmulo de nitrogênio na planta é maior.

ESTERCOS OU ESTRUMES

É a associação do excremento sólido (fezes), excremento líquido (urina) mais a cama do animal (palhas diversas), que acondicionadas devidamente (esterqueira ou similar) com o manejo necessário é transformado em húmus de boa qualidade com aproximadamente 120 a 180 dias.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ESTERCOS

Há uma variação grande na composição química dos esterco, dependendo dos seguintes fatores: espécie animal, idade do animal, regime de trabalho e natureza dos materiais usados como cama.

Materiais usados na cama (capins, palhas, restos de culturas), devendo ter maior poder absorvente do excremento líquido e com melhor facilidade de decomposição, influem sobre o grau de riqueza dos estrumes.

Tabela 17. Concentrações de N, P₂O₅ e K₂O, em outros adubos orgânicos.

Origem	Produto	N TOTAL	P ₂ O ₅ TOTAL	K ₂ O
Animal	Esterco de curral	2	1,5	2,0
	Esterco de galinha	5	3	1,5
	Farinha de ossos crua	4	21–23	—
	Far. ossos degelatinada	—	25–28	—
	Far. ossos calcinada	—	28–30	—
	Farinha de peixe	5–7	5–10	—
	Farinha de sangue	12–14	3	1
	Resíduos de matadouro	4–6	12–14	—
	Resíduos de curtume	0,6	0,08	0,30
	Lixo	0,7	0,56	0,68
Vegetal	Bagaço de cana	0,40	0,10	0,18
	Cinzas de fornalha	—	2–3	4–7
	Cinzas de palha de café	—	5–6	20–25
	Cinzas de casca de arroz	—	1–2	2,5
	Palha de café	1–1,5	—	1–2
	Serrapilhadeira do mato	1	0,1	0,20
	Resíduos de filtro prensa	2	0,9	0,34
	Torta de algodão	5–7	1–3	1–2
	Torta de mamona	5–6	2	1
	Torta de amendoim	7,0	2,0	—

Fonte. Guia de adubação Ultrafertil, 1978

Espécie Animal

Os excrementos sólidos dos bovinos e suínos apresentam uma maior quantidade de água, o que dificulta a fermentação dos mesmos. São denominados de excrementos frios. Por outro lado, os excrementos sólidos dos ovinos, caprinos e eqüinos contêm menos água, fermentando mais rapidamente e desenvolvendo temperaturas maiores que os primeiros. Recebem a denominação excrementos quentes.

As perdas de nitrogênio por volatilização são menores nos excrementos dos bovinos e suínos, pois além de conterem mais água nas suas constituições a água adicionada das irrigações na esterqueira e similar permanece por um maior tempo, pois são menos permeáveis ao ar que os estrumes dos caprinos, ovinos e eqüinos. A importância da água para a redução da volatilização deve-se a dois fatores: permanece a temperatura do monte constante e propicia condições para a combinação do gás carbônico com o amoníaco formando o carbonato de amônio.

Idade do animal

O animal mais novo tem uma capacidade digestiva maior e retira dos alimentos maior quantidade de nutrientes, principalmente fósforo e cálcio para a formação de seu esqueleto, e nitrogênio para a formação de músculos. Logo, o esterco de um animal mais velho é mais rico em nutrientes.

Regime de trabalho

Animais submetidos a trabalho intenso, como os usados na tração de implementos agrícolas e carroças produzem um esterco mais pobre em nutrientes, pois gastam a sua energia para suplementar na produção da força.

Esterqueira

Local destinado para o devido curtimento do esterco dos bovinos e bubalinos (esterco de curral). A esterqueira é constituída, por um telhado, que normalmente é de telhas comuns,

para que não haja transmissão de altas temperaturas a massa em curtimento, o que ocorreria com o uso de telhas de amianto, com perdas de nitrogênio e enxofre por volatilização, pela redução do amônio para amônia ou gás amoníaco e do radical sulfato para gás sulfídrico. A câmara de fermentação é o local destinado para a fermentação do excremento sólido (fezes) e da cama do animal, deve ser revestida de cimento afagado para evitar possíveis perdas de chorume ou purina por infiltração. A mesma deve apresentar um declive de 2 a 3%, para facilitar o escoamento do chorume para o fosso. O fosso ou sumeiro, que deve ter o mesmo revestimento do câmara, serve para captar e armazenar o chorume.

Enchimento da câmara de fermentação

Juntamente com a cama do animal que sae do estábulo, vem associado os excrementos sólido e líquido. Coloca-se 20 a 30 cm da massa em toda a câmara, faz-se uma irrigação leve, e em seguida a pilação (compactação da massa). Todo esse procedimento é repetido até que a câmara seja preenchida totalmente. Passados 7 dias, realiza-se a chanfragem da massa ou corte, tomada de temperatura e irrigação caso necessário. Essas operações são realizadas de 15 em 15 dias, até que o esterco esteja humificado, o que ocorre entre 120 e 180 dias.

Pilação da massa

Operação realizada para diminuir a aeração da massa, nos primeiros 7 dias de implantação. A pilação é uma etapa indispensável, mesmo sendo a fermentação aeróbica, os primeiros 7 dias necessitam de menor aeração. A operação consiste em se compactar cada camada, utilizando-se tábuas para pressionamento, com pulos de uma pessoa sobre a mesma.

Chanfragem da massa

Escarificação da massa, através de objeto pontiagudo (garfo de fazenda ou outro), com a finalidade de fomentar a aeração da massa. Processada de forma localizada.

Corte ou reviramento da massa

Mais eficaz que a chanfragem, consiste em jogar o material de uma câmara para outra, através de uma pá visando aumentar a aeração. A irrigação, temperatura teste de cura e uso segue o mesmo procedimento preconizado para compostagem.

Chorume ou purina

Líquido de coloração sanguinolenta resultante das irrigações procedido na câmara de fermentação e captado no fosso, também denominado de sumeiro.

Para o uso do chorume não se faz necessário que o mesmo esteja curado, podendo ser empregado a medida que é produzido das seguintes formas:

- a) Reintrodução do mesmo sobre o monte que está sendo fermentado na câmara;
- b) Usado em pulverizações foliares em culturas de ciclo curto ou perene, com as seguintes recomendações:
 - Caso a cultura apresenta um grau de tenracidade grande como plantas floríferas e olerícolas diluir 50% do produto para 50% de água;
 - Em culturas com maior lignificação dos tecidos como as gramíneas, exemplo: milho, usar na proporção: 70% de chorume para 30% de água;
 - Para culturas perenes, o produto pode ser utilizado na forma “in natura”.

SUB PRODUTOS DE INDÚSTRIAS

VINHAÇA

Subproduto da fabricação de álcool e aguardente conhecida também pelo nome de vinhoto, restilo ou garapão, tem coloração escura, cheiro nauseabundo, produto corrosivo, apresentando bons teores de nitrogênio e potássio na sua constituição.

QUANTIDADE A APLICAR, ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO.

Recomenda-se o uso de 100.000 litros/ha, com pelo menos dois meses de antecedência ao plantio, para que ocorra a complementação do processo de fermentação do produto.

Em adubações de pós plantio o produto pode ser usado na forma “in natura” ou diluído em água, sendo 1 litro de vinhaça para 100 litros de água. Em ambos os casos a

aplicação ocorre através dos sistemas de irrigação. Caso se utilize a irrigação localizada ou aspersão, o produto necessita ser diluído em água devido a seu poder corrosivo sobre o equipamento. Faz-se necessário a adição de um adubo fosfatado solúvel em água, pois a vinhaça é pobre deste elemento.

TORTAS OLEAGINOSAS

Subprodutos resultantes da extração de óleo. Em sementes de algodão, mamona e amendoim, originando as respectivas tortas, que tem maior efeito para uso agrícola, comparando com outras tortas como a de linho ou sisal.

OS NUTRIENTES QUE ELAS TÊM							
Torta	Nitrogênio (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	Enxofre (S)	Zinco (Zn)
Algodão	2,5 - 6,5	0,8 - 2,6	1,5 - 2	0,2	0,24	0,3	0,02
Amendoim	6 - 8	1,5 - 2	1 - 1,5	—	—	—	—
Babaçu	3,4	1,7	1	—	—	—	—
Cacau	1,5 - 3	1 - 2,5	0,5 - 1,6	6 - 9	1,2	1	—
Coco	3,8	1,6	2,8	—	—	—	—
Filtro	1 - 2,8	0,9 - 2,9	0,2 - 0,6	1 - 4,7	0,3 - 2,3	—	—
Gergelim	5 - 7	2 - 2,5	1 - 1,5	—	—	—	—
Mamona	4 - 6	1,5 - 2	1 - 2	0,3 - 0,5	0,5	0,04	0,05

Fonte: Malavolta, E.- Manual de Química Agrícola, Adubos e Adubação, Ceres, 1981, pág. 369.
 "Uso da Torta de Filtro no Plantio de Cana-de-Açúcar" in Cadernos Copersucar, Série Agronômica nº 001

QUANTIDADE A APLICAR, ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO.

A depender da cultura e teor de matéria orgânica no solo, a dosagem a ser utilizada varia de 500 a 2000kg/ha. Por ser um produto ainda imatura, a aplicação no solo deve anteceder no mínimo 30 dias do plantio, tempo necessário para não prejudicar a germinação

das sementes ou pegamento das mudas. O modo de aplicação pode ser a lanço ou localizado em sulcos e covas de plantio.

URINA DA VACA

Excreção orgânica em forma líquida, com uso agrícola em termos fitossanitário (controle de fungos) e principalmente como substância fertilizadora do solo, com maiores concentrações de nitrogênio e especialmente potássio.

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA URINA DE VACA

Na composição da urina, é encontrado o ácido indolacético, fenóis, enxofre, sódio, cloro, nitrogênio, fósforo e especialmente em maior concentração, o potássio.

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA URINA

Para coletar a urina basta colocar um vasilhame próximo a vulva do animal no momento da ordenha. O armazenamento deve ser feito em garrafa plástica. Após coletada a urina deve ser engarrafada, e seu uso é recomendado após três dias. Esse resíduo pode ser utilizado até com um ano de armazenamento.

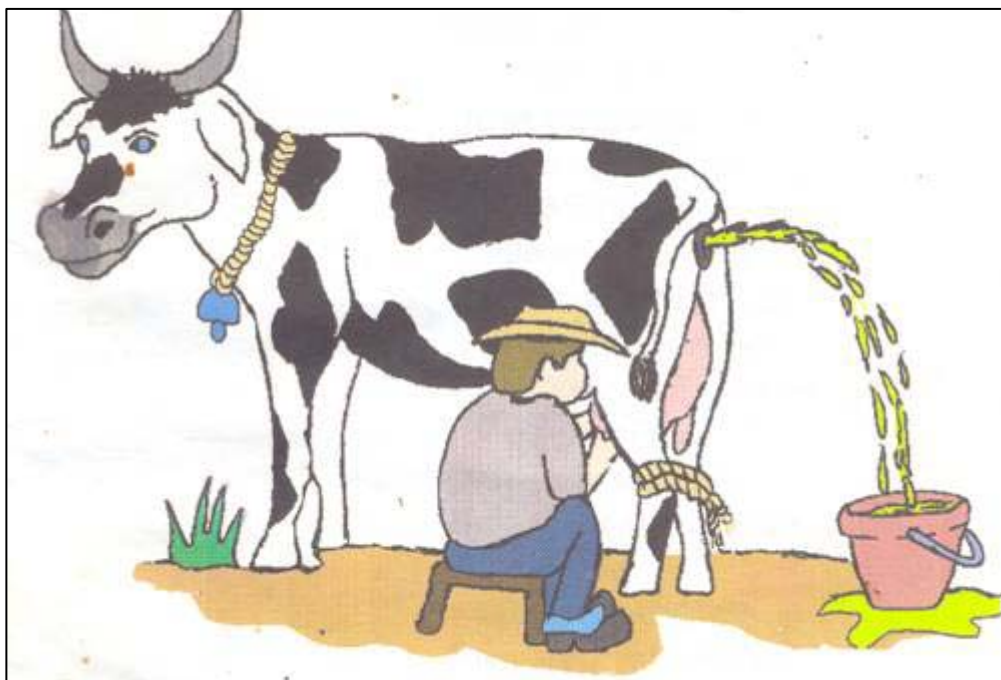


Figura 38. Processo de coleta de urina de vaca (Carvalho et al., 2001)

Tabela 18. Principais indicações da urina, nas diferentes culturas

Culturas	Litros de urina de vaca	Litros de água	Tempo de pulverização
Quiabo	1 litro	100	De 15 em 15 dias
Jiló	1 litro	100	De 15 em 15 dias
Tomate	1 litro	100	Uma vez por semana
Pimentão	1 litro	100	Uma vez por semana
Pepino	1 litro	100	Uma vez por semana
Feijão de vagem	1 litro	100	Uma vez por semana
Alface	1 litro	100	Uma vez por semana
Couve	1 litro	100	Uma vez por semana
Abacaxi	1 litro	100	Uma vez por semana
Maracujá	1 litro	100	Uma vez por semana
Coco	1º 0,5 litro e 2º 1 litro	100	Uma vez por semana
Limão e Tangerina	1 litro	100	Uma vez por semana
Acerola	1 litro	100	Uma vez por semana
Banana	1 litro	100	Uma vez por semana
Plantas Ornamentais	1 litro	100	Uma vez por semana

Fonte: PESAGRO (Rio de Janeiro), 2000

BIOFERTILIZANTES

Material de origem orgânica líquido, resultante normalmente de fermentação anaeróbica, obtido pela fermentação de estrumes, principalmente de bovinos ou bubalinos. É demonstrado abaixo, a obtenção de um biofertilizante.

1. Coloque em um botijão, com capacidade para 50 litros aproximadamente 20 kg de esterco de curral fresco;
2. Adicione água tendo o cuidado de deixar um terço do recipiente livre, pois ocorrerá produção de gases, principalmente dióxido de carbono e metano;
3. Lacre o recipiente a tampa do recipiente, de modo devido com cera de abelha;
4. Perfure a parte superior da tampa e introduza a extremidade de uma mangueira no recipiente vedando o orifício com cera de abelha, ficando a outra extremidade dentro de uma garrafa plástica contendo 2 litros de água;
5. Passe uma fita adesiva unindo a garrafa plástica (selo d'água) ao botijão, isso servirá para saída de gases;
6. Decorrido os 30 dias, coe o material e aplique o líquido como biofertilizante, em pulverizações foliares ou na fertirrigação.

Capítulo 13 - FUNÇÕES FISIOLÓGICAS E SINTOMAS DE CARÊNCIA DOS ELEMENTOS

É o papel que o elemento exerce no metabolismo da planta, repercutindo na produção e qualidade do produto agrícola colhido. Embora um elemento não substitua outro, pode ocorrer que dois ou mais elementos, apresentem funções fisiológicas comuns, entretanto, com um efeito mais preponderante para um desses elementos.

MACRONUTRIENTES

Nitrogênio

É o elemento que exerce efeito mais rápido e pronunciado sobre o crescimento das plantas, sendo responsável pela coloração verde brilhante das folhas e principal componente de todas as proteínas. É responsável pelo fator suculência desejável em olerícolas folhosas como: alface, couve-folha, mostarda, almeirão e espinafre. Também auxilia no crescimento do sistema radicular.

Fósforo

De grande importância para o desenvolvimento do sistema radicular, estimulando a formação e crescimento das raízes especialmente as secundárias que são importantes para absorção de nutrientes e água. Plantas bem nutridas em fósforo, exploram maior volume de solo e suportam melhor os veranicos. O fósforo é considerado o principal agente de polinização e frutificação de plantas. Esse elemento é o principal componente de moléculas energéticas, como: difosfato de adenosina (ADP) e trifosfato de adenosina (ATP). Também tem importância no número, tamanho e maturação de frutos.

Potássio

É importante para a sustentação dos tecidos da planta, diminuindo o acamamento ou tombamento de plantas. É o elemento que mais contribui para uma melhor qualidade do produto agrícola colhido. Esse elemento também participa da translocação de carboidratos do sistema foliar para as raízes e tubérculos, efeito importante para culturas como: batata,

mandioca, inhame e outros. Apresenta papel fundamental no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos, sendo esse efeito muito importante em regiões com baixa precipitação pluviométrica.

Cálcio

Elemento indispensável na divisão celular, sendo componente da lamela média das células. Esse elemento é muito importante no desenvolvimento e funcionamento das raízes, principalmente das radículas.

Magnésio

Componente da molécula da clorofila, logo esse elemento é indispensável para que ocorra o processo fotossintético.

Enxofre

Faz parte dos aminoácidos sulfurados e conseqüentemente de proteínas.

MICRONUTRIENTES

Ferro

A principal função é agir como catalisador na produção da clorofila, pigmento responsável pela coloração verde das plantas.

Cobre

Apresenta papel importante em alguns sistemas enzimáticos e também no metabolismo da raiz. É necessário na formação da clorofila.

Manganês

Fisiologicamente, esse elemento tem ação direta na fotossíntese, auxiliando na síntese da clorofila.

Zinco

coloração ou descoloração que caracteriza a fome aguda, que também pode ser evidenciada no produto agrícola colhido. Configurada a segunda etapa de desnutrição, calcula-se que haja uma perda de aproximadamente 70% da produção agrícola.

Chamamos atenção que muitas causas externas podem ser confundidas com sintomas de carência, como exemplo: um ataque fúngico, pode causar clorose nas folhas sendo confundido com uma deficiência de nitrogênio ou enxôfre. Excluída a possibilidade de interferência de causas externas, e sabendo-se que o sintoma apresentado é de fome, deve-se ter o conhecimento onde a fase aguda teve início, se nas folhas mais velhas ou baixeiras, ou nas novas. Caso o sintoma seja configurado inicialmente nas folhas mais velhas sabe-se que a fome é devida a um elemento que tem boa redistribuição na planta (boa mobilidade), caso ocorra a carência do nutriente primeiramente nas folhas mais novas, o elemento em falta não se redistribui bem na planta. O conhecimento de onde iniciou o sintoma agudo é de suma importância para a diferenciação da deficiência desse ou daquele elemento, por exemplo, a clorose pode ser deficiência de nitrogênio se essa tem início nas folhas mais velhas, enquanto pode ser deficiência de enxôfre caso o amarelecimento inicial ocorra nas folhas mais novas.

Apresentamos abaixo de uma forma geral e resumida os principais sintomas de carência dos nutrientes:

MACRONUTRIENTES

Nitrogênio

Fome oculta: raquitismo ou nanismo

Fome aguda: coloração verde pálido progredindo para o amarelecimento (clorose) a começar pelas folhas mais velhas e caso o sintoma não seja controlado será generalizado para toda planta; escassez de brotações laterais, ficando a planta “imponteirada”. Em milho é evidenciada no produto agrícola uma desgranação bastante acentuada na ponta da espiga.



Figura 40. Carência de N em cafeeiro (Malavolta, 1989)

Fósforo

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: as folhas mais velhas mudam da coloração verde luxuriante para um azulado ou coloração arroxeado, progredindo o sintoma para as folhas mais novas; sistema radicular pouco desenvolvido; queda prematura de flores e frutos; pequeno tamanho dos frutos, frutificação e maturação retardadas.



Figura 41. Planta de milho com carência de fósforo (Malavolta, 1989)

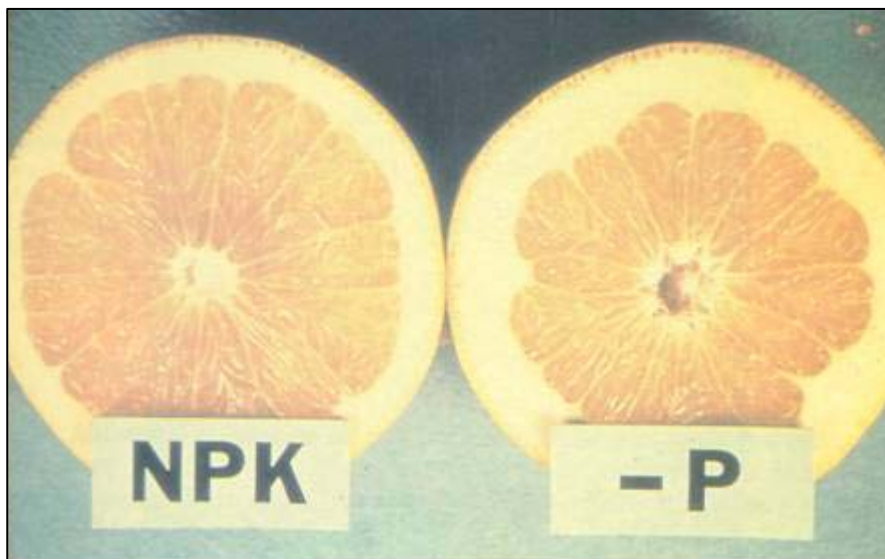


Figura 42. Deficiência de fósforo (Malavolta, 1989).

Potássio

Fome oculta: raquitismo ou raquitismo.

Fome aguda: inicia-se com uma clorose seguida de necrose nas folhas mais velhas, normalmente na margem do limbo progredindo para o centro da folha, generalizando o sintoma por toda a planta. Observa-se também diminuição no sistema radicular; em gramíneas há uma predisposição para o acamamento; diminui sobremaneira a qualidade do produto agrícola colhido, e ocorre também desgranação na ponta das espigas do milho.

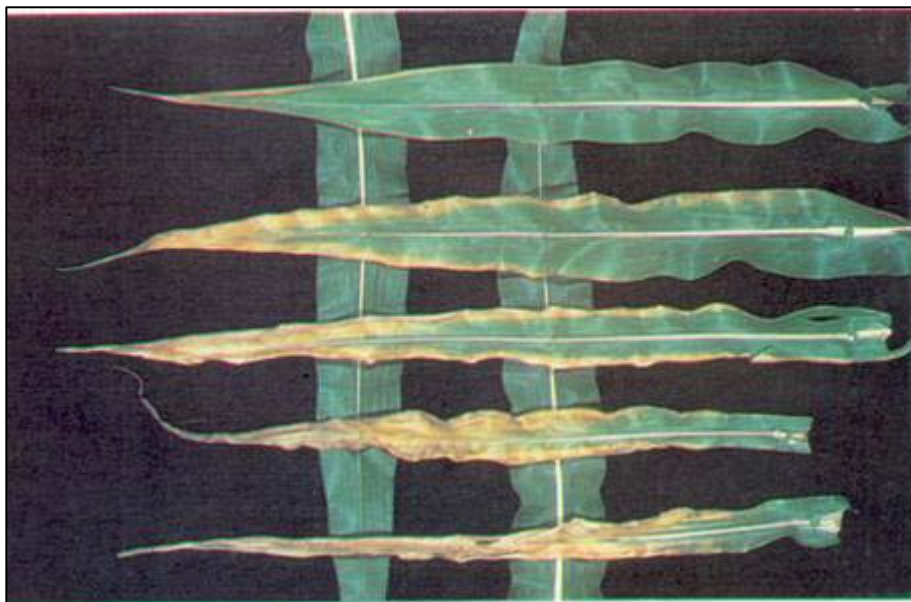


Figura 43. Deficiência de potássio em milho (Malavolta, 1989)

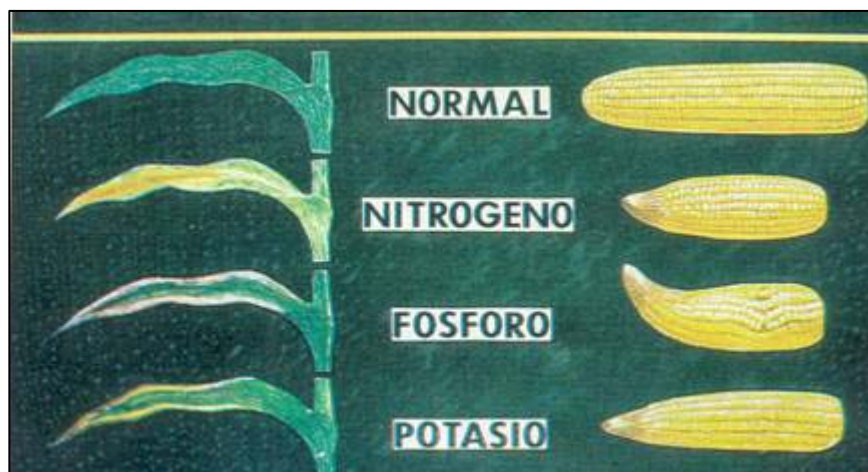


Figura 44. Deficiências de N,P e K em milho (Malavolta, 1989)

Cálcio

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: começa pela folha mais jovem, em gramíneas é evidenciada com uma clorose longitudinal nas bordas do limbo; com a deficiência há possibilidade de morte da gema terminal; a falta do elemento pode trazer disfunções para as radículas, interferindo no processo de absorção dos nutrientes.



Figura 45. Deficiência de cálcio em sorgo (Malavolta, 1989)

Magnésio

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: o sintoma se inicia nas folhas mais velhas, sendo que em gramíneas são mais evidenciados com faixas cloróticas no sentido longitudinal intercalada pelo verde natural da folha, dando uma aparência a planta como se a mesma fosse ornamental, o sintoma se generaliza por toda a planta. No algodoeiro as folhas mais velhas mostram cor vermelha entre as nervuras, o que é denominado de “vermelhão do algodoeiro”.

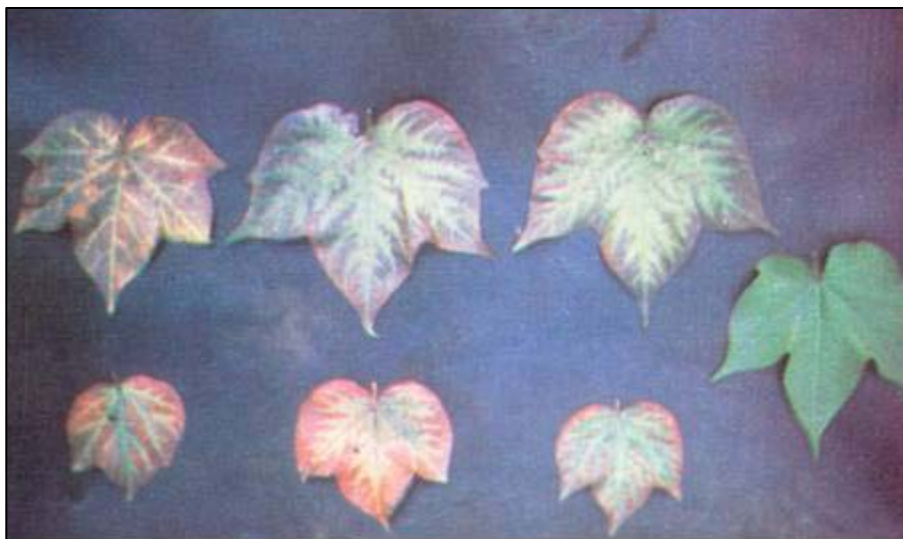


Figura 46. Deficiências de magnésio no algodoeiro (Malavolta, 1989)

Enxôfre

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: clorose a começar pelas folhas mais novas; caules finos com tons avermelhados.



Figura 47. Resposta da soja a aplicação de enxofre (Malavolta, 1989)

MICRONUTRIENTES

Ferro

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Os primeiros sintomas de carência são facilmente identificados, pois as folhas novas, em crescimento, apresentam coloração verde pálida, seguindo-se de clorose, localizada entre as nervuras. Os sintomas começam nas folhas novas e tecidos jovens pela má redistribuição do elemento na planta.



Figura 48. Deficiência de ferro (Malavolta, 1989)



Figura 49. Deficiência de ferro em feijoeiro (Malavolta, 1989)

Cobre

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Apresenta sintoma de carência semelhante ao potássio, caracterizado por clorose seguida de necrose da parte da folha, entretanto, no caso do cobre, o sintoma de deficiência começa nas folhas mais novas, sendo usualmente próximo da sua base.



Figura 50. Efeito da deficiência de cobre em muda de cafeeiro.

Zinco

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Nos primeiros estágios de carência o sintoma aparece na forma de pequenas manchas entre as nervuras, começando nas folhas mais velhas. Com a continuação da deficiência, há diminuição do crescimento do broto terminal com a formação de rosetas.

Internódios curtos, com redução no tamanho das folhas e plantas.



Figura 51. Deficiência de zinco em arroz.

Manganês

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Sintomas de carência são geralmente identificados através de clorose nas folhas mais novas, entretanto as nervuras permanecem verdes, os tecidos entre as nervuras apresentam coloração verde-pálido a esbranquiçado.

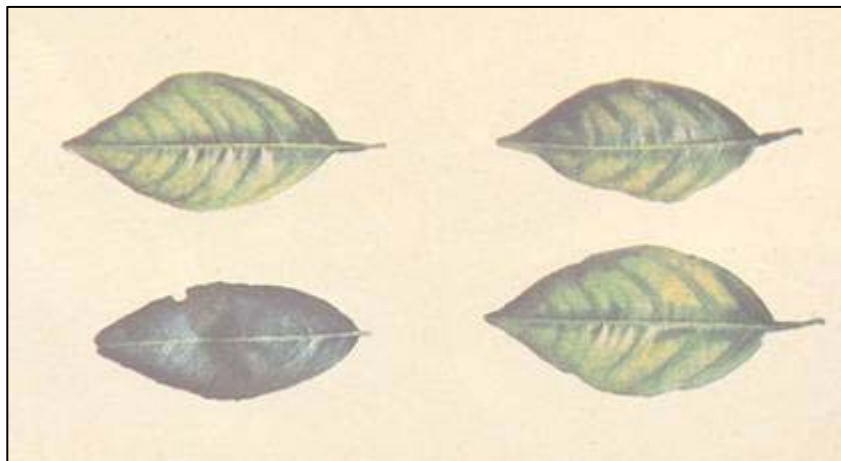


Figura 52. Deficiência de manganês.



Figura 53. Deficiência de manganês em mandioca

Boro

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Os sintomas de carência aparecem primeiro nas partes mais novas, e por ser o boro um elemento pouco móvel, resulta na morte do broto terminal do ramo principal, e a seguir, a dos brotos terminais dos ramos laterais. Ocorre superbrotamento, o que resulta em um aspecto de roseta.

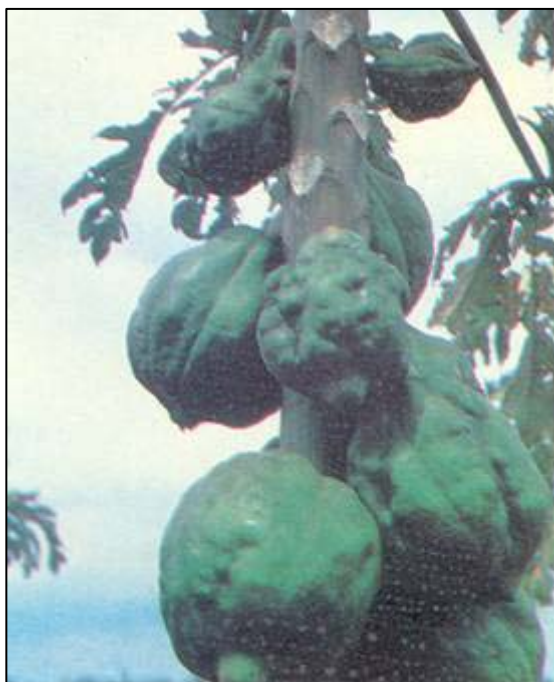


Figura 54. Deficiência de B em mamoeiro.

Molibdênio

Fome oculta: raquitismo ou nanismo.

Fome aguda: Na fase de carência, ocorre clorose que se inicia nas folhas mais velhas, afetando também o crescimento da planta. Pode causar deficiência de nitrogênio em leguminosas, como soja e alfafa, porque as bactérias do solo em associação com essas plantas necessitam do molibdênio para fixarem o N atmosférico.



Figura 55. Deficiência de molibdênio em cafeeiro.

Cloro

O problema não é a falta e sim o excesso no solo. Quando isso ocorre, pode resultar em complicações para algumas culturas como: fumo, batatinha e em culturas produtoras de fibra, como sisal, algodão etc.

Capítulo 14 - RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO

As recomendações de adubação constantes abaixo, foram retiradas inteiramente do Manual de Adubação e Calagem para o Estado da Bahia (1989).

CENOURA (*Daucus carota* L.)

ADUBAÇÃO:

Nutrientes	No plantio	Em cobertura – após germinação	
		20 dias	40 dias
		N (Kg/ha)	
Mineral	40	40	40
Nitrogênio: ou			
Orgânico	-----	-----	-----
Fósforo no solo – mg/dm³ P (Mehlich)		P₂O₅ (Kg/ha)	
Até 10	200	----	-----
11 – 20	140	----	-----
21 – 30	80	----	-----
Potássio no solo – mg/d m³ K (Mehlich)		K₂O (Kg/ha)	
Até 30	140	-----	-----
31 – 60	100	-----	-----
61 – 90	60	-----	-----

Informações complementares:

Cultivadores: Brasília, Tropical, Kuroda, Nantes e Kuronan

Espaçamento: 0,3 m x 0,05 m.

Densidade: 666.666 plantas/ha.

Produtividade esperada: 30.000 Kg/ha.

Adubação Orgânica: Aplicar 20.000 a 25.000 Kg/ha de esterco de curral, ou 5.000 a 7.000 kg/ha de esterco de galinha aos 30 dias antes do plantio. Na época do plantio, misturar o adubo orgânico com o adubo mineral e o solo antes da semeadura.

Elaboração: Emº. Agrº. Evandro Gilson Lemos de Carvalho (EPABA)

CITRUS (*Citrus* sp.)**ADUBAÇÃO: 1) Sementeira e viveiro**

Nutrientes	Em cobertura – após o plantio	
	Sementeira	Viveiro

		N (Kg/ha)	
Nitrogênio:	250		200
Fósforo no solo – mg/dm ³ P (Mehlich)		P ₂ O ₅ (Kg/ha)	
Até 6	125		160
7 – 12	75		80
13 – 20	35		40
Potássio no solo – mg/dm ³ K (Mehlich)		K ₂ O (Kg/ha)	
Até 20	80		100
21 – 40	50		60
41 – 60	30		40

2) Plantio, formação e produção:

Nutrientes	Em cobertura						
	Plantio						
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	a partir do 6º ano	

				N, P ₂ O ₅ e K ₂ O – Kg/ha				
N mineral ou orgânico	a	20	30	40	50	60	80	100
	b	30	40	60	80	100	120	150
	c	40	60	80	100	120	160	200

Fósforo no solo – mg/dm³ P	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
(Mechlich)																		
Até 6	15	25	80	20	30	40	25	40	50	25	40	50	30	45	60	30	45	60
7 – 12	10	15	80	10	15	20	14	20	30	15	25	30	30	20	30	30	40	30
13 – 20	5	10	10	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	15	20	30
																20	30	40

Potássio no solo – mg/dm ³ K	a b c	a b c	a b c	a b c	a b c	a b c	a b c
(Mechlich)							
Até 6	20 30 40	30 45 60	40 60 80	50 70 100	60 90 120	70 100 140	80 120 160
7 – 12					40 69 80	50 75 100	60 90 120
13 – 20					30 45 60	30 45 60	40 60 80

As letras a, b, c na tabela acima indicam os espaçamentos mais comuns na cultura dos citrus no Estado da Bahia.

Letra a – doses dos nutrientes quando o espaçamento for de 8,0m x 5,0m, ou de 7,0m x 6,0m;

Letra b – doses dos nutrientes quando o espaçamento for de 7,0m x 4,0m ou de 6,0m x 5,0m;

Letra c – doses dos nutrientes quando o espaçamento for de 6,0m x 4,0m.

Informações complementares:

Cultivadores	Ciclos	Porta – esterco	Espaçamentos	Densidades (planta/ha)
--------------	--------	-----------------	--------------	---------------------------

Laranjas

Bahia	Meia- estação	Tangerina Dancy	Laranja Palmeiras	Limão Cravo	8mx5m; 7mx6m	250;238
Baianinha	Meia- estação	Limão rugoso Flórida	Limão rugoso FM	Limão Cravo	8mx5m; 7mx6m	250;238
Pêra	Tardia	Tangerina Cleópatra	Limão Cravo	Tangerinas Óneco, Swtow E Sunki	7mx5m; 7mx6m; 6mx4m	285; 238;416
Natal	Muito tardia	Limão rugoso FM	Limão rugoso Flórida	Limão Cravo	7mx5m. 7mx4m; 6mx4m	285;357;416
Valência	Muito tardia	-----	----	-----	8mx5m; 7mx6m;	250;238

Tangerinas

Lee, Ponkan, Murcott	Precoce, meia-	Limão cravo			7mx5m; 7mx4m; 6mx4m	285;347;416
-------------------------	-------------------	----------------	--	--	------------------------	-------------

	estação, tardia					
--	--------------------	--	--	--	--	--

Limão

Tahiti	Ano todo	Limão			8mx5m; 7m6m	250;238
--------	----------	-------	--	--	-------------	---------

Produtividade média: 78.000 frutos/ha (laranja)

Produtividade esperada: 80.000 a 120.000 frutos/ha (laranja)

Aplicação de adubos:

Nitrogênio: Na sementeira usar o nitrogênio numa forma solúvel (uréia, ou sulfato de amônio) fracionado seis vezes de 15 em 15 dias. Quando houver necessidade, pulverizar com uréia a 0,5% (5g/l) semanalmente. Evitar o uso de adubos orgânicos, por propiciar o desenvolvimento do fungo Rizoctonia, que provoca o estiolamento da planta na sementeira.

No viveiro aplicar o nitrogênio fracionado em quatro vezes no 1º, 3º, 6º e 9º mês, alternando as fontes de uréia e sulfato de amônio.

Fósforo: Todo o fósforo da sementeira, viveiro e pomar a ser instalado é dado antes do plantio na leira, sulco ou cova, de preferência na forma mais solúvel (superfosfato simples ou triplo).

Em plantios em formação ou produção, aplicar o fósforo em cobertura no mês de março na projeção da copa ou entrelinha, juntamente com o nitrogênio e/ou potássio recomendados.

Potássio: Na sementeira, o potássio é usado em duas aplicações com intervalos de 30 dias. No viveiro, esta aplicação é feita no 1º e 3º mês, juntamente com nitrogênio na forma mineral; enquanto que nos plantios em formação ou produção aplica-se metade da dose de nitrogênio. Não é aconselhável usar o potássio nos três primeiros anos de vida da planta cítrica, quando o teor no solo for superior a 20 mg/dm³.

Micronutrientes: Quando do aparecimento dos sintomas foliares de deficiência de zinco ou manganês (os mais comuns), fazer pulverizações foliares com solução contendo 300g de sulfato de zinco, 300g de sulfato de manganês e 200g de

cal dissolvidos em 100 litros de água, em quantidade que molhe toda a planta.

Autoria: Eng^a Agr^a Antonia Fonseca de Jesus Magalhães (EMBRAPA/CNPMPF)

FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)**ADUBAÇÃO:**

Nutrientes	No plantio	Em cobertura – após germinação	
		15 a 20 dias	
Nitrogênio: Mineral ou Orgânico	-----	N (Kg/ha)	-----
	-----	40	-----
Fósforo no solo – mg/dm ³ P (Mehlich)	-----	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	-----
Até 6	80		-----
7 – 13	60		-----
14 – 20	30		-----
Potássio no solo – mg/dm ³ K (Mehlich)	-----	K ₂ O (Kg/ha)	-----
Até 30	40		-----
31 – 60	30		-----
61 – 90	20		-----

Informações complementares:

Cultivadores: Mulatinho Vagem Roxa, IPA 74 – 19, Carioca, EPABA 1 e Rim de Porco

Espaçamento: 0,4 a 0,5 m x 0,2 m, utilizando-se 2 sementes por cova.

Densidade: 100.000 a 125.000 plantas/ha.

Produtividade média: 480 Kg/ha.

Produtividade esperada: 1.000 a 1.500 kg/ha.

Elaboração: Em^o. Agr^o. Evandro Gilson Lemos de Carvalho (EPABA)

MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)**ADUBAÇÃO:**

Nutrientes	No plantio	Em cobertura – após germinação	
		30 a 60 dias	
Nitrogênio: Mineral ou Orgânico	-----	N (Kg/ha)	-----
	-----	30	-----
Fósforo no solo – mg/dm ³ P (Mehlich)	-----	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	-----
Até 3	60		-----
4 – 6	40		-----
7 – 10	20		-----
Potássio no solo – mg/dm ³ K (Mehlich)	-----	K ₂ O (Kg/ha)	-----
Até 20	40		-----
21 – 40	30		-----
41 – 60	20		-----

Informações complementares:

Cultivadores: Aipim Bravo Preto, Aipim Bravo Branco, Alagoana, Cidade Rica, Cigana, Engana Ladrão, Fio de Ouro, Jaburu, Maria Pau, M Mex-59, Olho Roxo, Paulo Rosa, Peru Branca, Platina, Salangorzinha, São João I, Sutinga e Variedade – 77.

Espaçamento: Fileiras simples – 1,0m x 0,6m.

Fileiras duplas – 2,0m x 0,6m x 0,6m.

Densidade: 16.666 plantas/ha, para fileiras simples e 12.820 plantas/ha, para fileiras duplas.

Produtividade média: 13 t de raízes/ha.

Produtividade esperada: 20 t de raízes/ha.

Adubação nitrogenada: Conforme a disponibilidade, dar preferência às fontes orgânicas. Neste caso, aplicar os 30 Kg de N/ha no sulco, ou na cova de plantio.

Adubação potássica: Em solos extremamente arenosos, pode-se fracionar o potássio em duas aplicações (50% no sulco, ou na cova de plantio, juntamente com o fósforo e 50% em cobertura, em conjunto com o nitrogênio.

Micronutrientes: Em solos sob vegetação de cerrado, solos dos tabuleiros da região Agreste de Alagoinha, bem como em solos em que foram aplicadas elevadas doses de calcário, recomenda-se utilizar 20kg de sulfato de zinco/ha, objetivando evitar possíveis limitações.

Autoria: Engº. Agrº. Jayme de Cerqueira Gomes (EMPRAPA/CNPMF)

MANGA (*Mangifera indica* L.)**ADUBAÇÃO:**

	Em cobertura					
Nutrientes	Plantio	2° e 3°	4° e 5°	6° e 7°	8° e 9°	10° ano em diante
	1° ano	ano	ano	ano	ano	

Nitrogênio: Mineral ou Orgânico	N (Kg/ha)					
	10	10	20	25	30	40
Fósforo no solo – mg/dm ³ P (Mehlich)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)					
Até 6	10	15	15	20	25	30
7 – 13	5	10	10	15	15	20
14 – 20	---	5	5	5	5	10
Potássio no solo – mg/dm ³ K (Mehlich)	K ₂ O (Kg/ha)					
Até 30	10	15	20	25	30	40
31 – 60	5	10	15	20	20	30
61 – 90	---	5	10	15	15	20

As doses recomendadas para o plantio devem ser repetidas no 1º ano, as do 2º ano no 3º ano e assim sucessivamente, sempre de acordo com a análise do solo.

Informações complementares:

Cultivadores: Tommy Atkins, Haden, Van Dyke e Surpresa.

Espaçamento: 10m x 10m

Densidade: 100 plantas/ha.

Produtividade esperada: 14; 4; 14 e 20 t/ha, respectivamente.

Porta enxerto: Espada.

Modos e épocas de aplicação: quando da implantação da cultura, metade do N, sob a forma orgânica e o fósforo devem ser aplicados na cova, enquanto o N mineral e o potássio devem ser aplicados de 30 a 60 dias após o transplantio.

Na fase de desenvolvimento, o fósforo deve ser aplicado de uma única vez, no início da estação chuvosa e o nitrogênio e o potássio em duas doses iguais (início e final da estação chuvosa).

No período de frutificação as doses anuais de fertilizantes devem ser fracionadas, sempre que possível, em duas épocas (antes da floração e no início da frutificação).

Havendo possibilidade, utilizar parte da adubação nitrogenada sob a forma orgânica, nas fases de desenvolvimento e de frutificação.

Após as adubações de cobertura, proceder escarificação ou gradagem leve, para reduzir as perdas de nutrientes.

Elaboração: Em^a. Agr^a. Maria Angélica Pereira de Carvalho (EPABA), Antonia Fonseca de Jesus Magalhães e Luiz Francisco da Silva Souza (EMBRAPA/CNPMPF).

MILHO (*Zea mays* L.)**ADUBAÇÃO:**

Nutrientes	No plantio	Em cobertura – após germinação	
		30 a 60 dias	
Nitrogênio:	Mineral	_____	N (Kg/ha) _____
	ou	20	40
	Orgânico	-----	-----
Fósforo no solo – mg/dm ³ P	_____	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	_____
(Mehlich)			
Até 6	80	-----	
7 – 13	60	-----	
14 – 20	30	-----	
Potássio no solo – mg/dm ³ K	_____	K ₂ O (Kg/ha)	_____
(Mehlich)			
Até 30	60	-----	
31 – 60	40	-----	
61 – 90	20	-----	

Informações complementares:

Cultivadores: Centralmex, BR 105 e Piranão

Espaçamento: 1,0m x 0,20m.

Densidade: 50.000 plantas/ha.

Produtividade média: 870 kg/ha.

Produtividade esperada: 2.000 a 4.000 kg/ha.

Autoria: Engº. Agrº. Evandro Gilson Lemos de Carvalho (EPABA)

GLOSSÁRIO

Fertilizante ou adubo – é todo material orgânico ou mineral, contendo um ou mais nutrientes, que aplicado no solo ou diretamente nas plantas concorre para o aumento das colheitas.

Fertilizante simples – é o material fertilizante tomado isoladamente sem ser misturado com outros materiais fertilizantes, exemplo: uréia, sulfato de amônio, supersulfato simples, cloreto de potássio, etc.

Fertilizante composto – é o produto obtido pela mistura de dois ou mais fertilizantes simples, contendo pelo menos dois dos três macronutrientes primários.

Mistura de grânulos – é um fertilizante composto, produzido pela mistura mecânica de dois ou mais elementos simples granulados, exemplo: uréia em grânulos associada ao superfosfato simples em grânulos e o cloreto de Potássio em grânulos.

Mistura granulada ou complexa – é um fertilizante composto, mais ou menos homogêneo, apresentando, no mesmo grânulo, todos os nutrientes citados na sua fórmula, exemplo: fosfato monoamônico (MAP), fosfato diamônico (DAP), etc.

Misturas líquidas – é a associação de adubos simples que foram solubilizados em água, com posterior associação.

Fórmula fertilizante – expressa a constituição química do adubo, exemplo: K_2SO_4 , isso quer dizer que o sulfato de potássio contém os nutrientes Potássio e Enxôfre, etc.

Fórmula da mistura ou concentração – serve para expressar, em percentagem, a quantidade de nutrientes contidos em fertilizantes mistos, exemplo: 6 – 12 – 6, esses números expressam que a constituição química da mistura possui 6% de N, 12% de P_2O_5 e 6% de K_2O .

Adubação – é prática que visa aplicar no solo materiais fertilizantes de origem orgânica ou mineral, com o objetivo do aumento da produção e produtividade agrícola. A adubação pode ser de correção, isso é quando se deseja corrigir teores baixíssimos de um nutriente no solo, exemplo: adubação de correção fosfatada, empregando-se fosfato minerais naturais. A calagem e gessagem como também a adubação orgânica efetuada de modo extensivo, são também formas de correção. A adubação de restituição visa restituir ao solo os nutrientes que foram absorvidos pelas plantas ou perdidos pelas mais diversas formas.

Adubação de fundação – é adubação realizada no momento do plantio, mais comumente em sulcos ou covas de plantio.

Incubação – é a aplicação do material no solo com posterior incorporação, deixando o solo em pousio por um período de tempo, que pode ser mais ou menos longo, exemplo: se procede a incubação de fosfatos naturais minerais (apatitas e fosforitas), calcários e gesso.

Pousio – quer dizer descanso, repouso.

Adubação em cobertura – é a adubação que se efetua após o plantio da cultura, podendo ser efetuada no solo, sob a forma sólida, pulverização foliar, ou a fertirrigação.

Índice salino – é a concentração de sais que apresenta os materiais fertilizantes de natureza mineral ou orgânica.

Índice de acidez – quantidade gasta de CaCO_3 necessário para neutralizar a acidez deixada no solo, pelo emprego de 100Kg de determinado material fertilizante.

Higroscopicidade – é a absorção de umidade atmosférica pelo material fertilizante a uma dada temperatura.

Incompatibilidade física – é a mudança que ocorre na forma do adubo, passando do estado sólido para o pastoso com possível “empedramento”.

Incompatibilidade química – processo de redução ou precipitação de um elemento, quando são associadas substâncias incompatíveis quimicamente. Exemplos: adubos que tenham nitrogênio na forma amoniacal não podem ser associados a substâncias alcalinas como os calcários, pois há a redução do elemento para a forma de amônia ou gás amoníaco; associando-se superfosfatos com calcários, o fósforo que originalmente está na forma monocálcica (absorvível pela planta), passa para as formas bi e tricálcicas (inassimiláveis).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN J.A. LOPES, A.S. Os adubos e a eficiência das adubações. São Paulo, ANDA, 1989. 35 p. (Boletim Técnico 3)

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; MORAES, P.B.; BIANCHI, J.L. Os adubos, os corretivos agrícolas e sua qualidade. 2ª edição. São Paulo, 1988. 16 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS (ANDES). Acidez do solo e calagem. 2ª edição. São Paulo, 1988. 16 p. (Boletim Técnico 2)

CANTARELLA, H; MONIZ, A. C. Unidade do sistema internacional em publicações da SBSC. Campinas v.20, nº 2, p. 82-84, 1995 (Boletim informativo da SBSC).

CASTRO, P.R.C. FERREIRA, S.O. YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 249p.

CENTRO DE ESTUDOS DE FERTILIZANTES. Manual de Fertilizantes. Tradução e adaptação por Mário Luiz M. Matos de Castro. 2ª edição. São Paulo, 1976. 229 p.

COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2ª edição. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS. Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia. 2ª edição. Salvador: CEPLAC/ EMATERBA/ EMBRAPA/ ÉPABA/ NITROFÉRTIL. 1989. 173p.

FASSBENDER, H. W. Química de sulcos com ênfase em suelos de América Latina. 4ª edição. San José, Costa Rica: Instituto de Cooperación para la Agricultura, 1984, 398p.

FREITAS, G. B. de. Tratos culturais: controle de plantas daninhas, adubação, poda, irrigação. Brasília: SENAR, 1999. 64p.

GUIA DE ADUBAÇÃO ULTRAVERTEIL. 2ª edição. São Paulo, 1978. 60p.

INSTITUTO DE POTASSIO E FOSFATO. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes, 2ª edição, Piracicaba: POTAFOS: 1998. 177 p.

JORGE, J. A. Solo, manejo e adubação. 2ª edição São Paulo: NOBEL, 1983. 307 p.

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

LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E. ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica CERES, 1992. 124 p.

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989, 201 p.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas cultivadas, São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação, 2ª edição. São Paulo: Agronômica Ceres, 1967. 606p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas, São Paulo, Pioneira, 1980. 752 p.

MALAVOLTA, E.; NETTO, A. VIOLANTE. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 153 p.

NELSON, W, L. Fatores que influenciam a resposta das culturas ao potássio. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias, 1979. 38p.

OLIVEIRA, A. S. de; COELHO, E. F.; PEREIRA, F.A.C. Irrigação localizada: microaspersão e gotejamento. Brasília: SENAR, 2000. 72 p.

RAIJ, B. V. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 142p.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo; Piracicaba: CERES, POTAFOS, 1991. 343 p.

RAIJ, B.V. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícola. 1988. 88p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. ALVAREZ, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, 1999. 359 p.

SOUSA, D.M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T.A. Uso de gesso agrícola nos solos dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 20 p. (EMBRAPA – CPAC. Circular Técnica, 32).