



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENG. AGRÍCOLA
PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA SOLO
PLANTA



CONHECENDO O SOLO

BEATRIZ MONTE SERRAT (Profa. Doutora)
MARCELO RICARDO DE LIMA (Prof. Doutorando)
CARLA ESTEVES GARCIAS
ELIANE REGINA FANTIN
IOLANDA MARINA R.S.A. CARNIERI
LAUSANE SORAYA PINTO

CURITIBA – PR
NOVEMBRO - 2002

Copyright - 2002 - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Permite-se a reprodução parcial desta obra, desde que seja indicada explicitamente a sua fonte.

Impressão: Imprensa Universitária da UFPR

Fotos: Karina Idamara Krieger e Marcelo Ricardo de Lima

Revisão: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Exemplares desta obra devem ser solicitados à:

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR

Rua dos Funcionários, 1540 – 80035-050 – Curitiba – PR

Telefone: (41) 3350-5658

E-mail: depsolos@ufpr.br

Home page: www.soloplan.agrarias.ufpr.br

2002 – 1^a edição

Tiragem: 1000 exemplares

Catálogo na Fonte

Coord. de Processos Técnicos do Sistema de Bibliotecas da UFPR

Conhecendo o solo / Beatriz Monte Serrat
[et al.]. - Curitiba : UFPR/Setor de Ciências Agrárias/
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2002.
27 p. : il.

Inclui bibliografia

1.Ciência do solo. 2. Calagem dos solos. 3. Solos.
4. Solos - Amostragem. I. Monte Serrat, Beatriz.

CDD 631.4

CDU 631.4

APRESENTAÇÃO

A cartilha “Conhecendo o Solo” reúne o fruto de parte da experiência do “Projeto de Extensão Universitária Solo Planta”, conduzido por professores e estudantes do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Este projeto tem por objetivos: a) promover a conscientização com relação à importância do sistema de análise de solo e planta; b) promover a capacitação do produtor rural para a adequada retirada e envio de amostras de solo e planta, bem como a correta adoção das recomendações técnicas; c) oferecer educação continuada a engenheiros agrônomos e florestais; d) divulgar o serviço de análise de solo e planta; e) aperfeiçoar a formação dos graduandos de agronomia e engenharia florestal, através do contato com a realidade rural.

A idéia desta cartilha foi reunir informações relacionadas às atividades rotineiras da vida dos produtores rurais, com o objetivo de facilitar o acesso à informação técnica, através do uso de uma linguagem mais acessível. Esta publicação vai orientar os agricultores através de conceitos, informações e procedimentos relacionados ao uso do solo em atividades relacionadas à fertilidade, manejo e conservação deste.

AGRADECIMENTO

A impressão desta publicação contou com o apoio financeiro da Universidade Federal do Paraná (UFPR), através do Fundo de Desenvolvimento Acadêmico (FDA).



SUMÁRIO

1 SOLO	1
1.1 FORMAÇÃO DO SOLO	1
1.2 PERFIL DO SOLO	1
1.3 CONSERVAÇÃO DO SOLO	2
2 NUTRIENTES E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS PLANTAS	6
2.1 FUNÇÃO DOS NUTRIENTES	7
2.2 O QUE OCASIONA A FALTA DOS NUTRIENTES NA MAIORIA DAS PLANTAS CULTIVADAS?	9
3 AMOSTRAGEM DO SOLO	10
3.1 PROFUNDIDADE DE COLETA DAS AMOSTRAS	11
3.2 PERÍODO DE COLETA DAS AMOSTRAS	11
4 ANÁLISE DE SOLO E PLANTA	14
4.1 TIPOS DE ANÁLISE	14
5 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE SOLO	16
6 CALAGEM	18
6.1 A IMPORTÂNCIA DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO	18
6.2 BENEFÍCIOS DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO	18
6.3 ESCOLHA DO CALCÁRIO	18
6.4 QUANTIDADE DE CORRETIVO A APLICAR	19
6.5 ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO CORRETIVO	20
6.6 DISTRIBUIÇÃO DO CORRETIVO	20
6.7 INCORPORAÇÃO DO CORRETIVO	20
6.8 EFEITO RESIDUAL DA CORREÇÃO	21
7 ADUBAÇÃO	21
7.1 TIPOS DE ADUBAÇÃO	21
7.2 QUANDO APLICAR O ADUBO?	23
7.3 COMO APLICAR O ADUBO?	23
8 COMPOSTAGEM	24
8.1 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO COMPOSTO	24
8.2 ONDE MONTAR A PILHA DE COMPOSTAGEM?	25
8.3 QUE MATERIAIS DEVEM SER EVITADOS PARA FAZER A COMPOSTAGEM? ..	25
8.4 QUAL DEVE SER O TAMANHO DA PILHA?	25
8.5 COMO CONSTRUIR A PILHA DE COMPOSTAGEM?	26
8.6 COMO O COMPOSTO PODE FICAR PRONTO MAIS RÁPIDO?	26
8.7 COMO CONTROLAR A PREPARAÇÃO DO COMPOSTO?	26
8.8 COMO FICA O COMPOSTO CURADO (PRONTO) IDEAL ?	27
8.9 COMO APLICAR O COMPOSTO?	27
BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA	28

1 SOLO

1.1 FORMAÇÃO DO SOLO

O solo é o resultado do desgaste das rochas. Os fatores responsáveis por este processo são: o clima (chuva, calor), organismos vivos (plantas, animais), relevo (declividade do terreno), tipos de rochas (mais resistentes ou menos resistentes).

Este processo leva muitos anos para acontecer, por isso a importância de se conservar o solo.

O solo compõe-se por quatro partes misturadas de: ar; água; matéria orgânica; porção mineral (areia, silte, argila).

As areias por serem partículas (grãos) maiores (tamanho entre 0,2 e 0,005 cm) apresentam maiores espaços entre elas, por isso retêm pouca água, sendo portanto drenos naturais do solo (Figura 01).

As argilas são partículas com tamanho menor que 0,0002 cm, portanto bem menores que as partículas de areia. Os solos com muita argila apresentam maior capacidade de reter água e nutrientes, pois apresentam mais espaços pequenos onde estes podem ficar armazenados (Figura 01). O silte é constituído por partículas de tamanho intermediário entre as partículas de areia e argila.

Em resumo, o solo configura-se elemento fundamental para as plantas, pois é onde elas se fixam, absorvem água e nutrientes, e onde as raízes respiram.

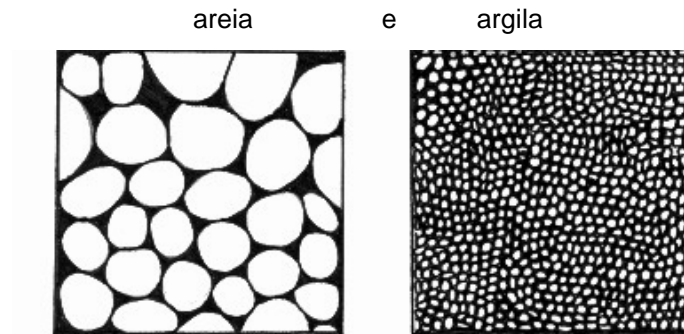
1.2 PERFIL DO SOLO

O solo é formado por vários horizontes, seguidos uns dos outros. O conjunto de todos os horizontes chama-se "perfil" do solo (Figura 02).

O primeiro horizonte, rico em matéria orgânica, portanto mais escuro é chamado de horizonte A. Ali se desenvolvem a maior parte das raízes das plantas; daí a importância de se tomar cuidado no manejo do

solo, para que as raízes não sejam danificadas. Por ser esse horizonte normalmente trabalhado, ele é denominado de camada arável.

FIGURA 01 - Comparação ampliada do tamanho das partículas do solo



Logo abaixo vem o horizonte B, às vezes chamado de subsolo. Existem vários tipos de horizonte B, que são classificados de acordo com a profundidade, formação, fertilidade. Plantas com raízes profundas também podem atingir esse horizonte e retirar água e nutrientes. Na maioria das vezes, o horizonte B é mais avermelhado ou amarelado que o horizonte A.

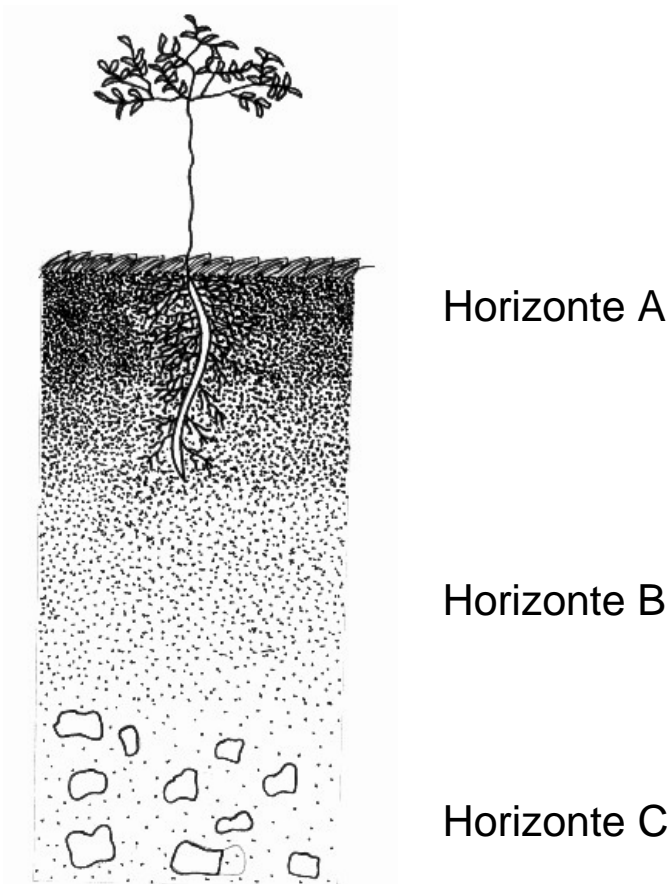
O próximo horizonte é o início do processo de formação do solo, ainda com partes da rocha, conhecido como horizonte C. E por último, se ainda estiver presente a rocha, segue a camada R.

1.3 CONSERVAÇÃO DO SOLO

O uso e manejo incorreto do solo podem reduzir a fertilidade, tornando-o menos produtivo. Portanto, é muito importante conhecer algumas maneiras de proteger o solo.

A erosão pode e deve ser combatida. Melhor ainda é prevenir, evitando a sua ocorrência.

FIGURA 02 - Perfil do solo e seus principais horizontes



Entre os recursos para se evitar a ocorrência da erosão, tem-se bons resultados com a prática do plantio direto e do cultivo mínimo.

O plantio direto é uma forma de semeadura feita sobre a palha ou matéria orgânica morta (restos da cultura anterior e ervas daninhas). O revolvimento ou movimentação do solo se faz somente no sulco ou cova onde serão colocadas as sementes ou mudas e os adubos.

Com a semeadura feita diretamente na palha, o solo fica protegido contra o impacto das chuvas, enxurradas, sol e altas temperaturas,

conservando assim a umidade no solo e reduzindo a sua erosão. Com essa umidade presente no solo, juntamente com a matéria orgânica, aumenta-se a ação biológica do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Dentre as principais razões para o empobrecimento do solo pode-se destacar:

- a retirada de nutrientes através da colheita de grãos, pastos, madeira;
- destruição da matéria orgânica do solo principalmente pela queimada;
- a penetração das águas da chuva no solo, principalmente em solos com muita areia, que levam os nutrientes para as camadas mais profundas, onde as raízes não chegam.
- a erosão, provocada pelo escoamento na superfície através da água da chuva (enxurrada), pode levar as camadas superficiais do solo, e em alguns casos até o horizonte B.

O relevo (declividade) da área determina a quantidade de solo carregado pela chuva. Quanto maior a declividade (terreno mais inclinado), maior é o risco de erosão, portanto maior atenção deve ser dada ao manejo.

Além da declividade, outros fatores favorecem a erosão no solo:

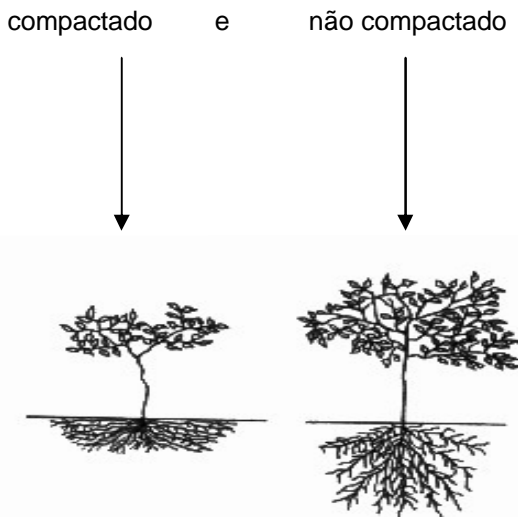
- o uso de implementos/maquinários (tratores, arados, grades) que revolvem o solo, deixando-o mais solto, favorecendo o carregamento do solo (enxurrada);
- solo sem vegetação (descoberto);
- destruição das matas/florestas;
- queimadas;
- preparo do solo em épocas de chuvas muito fortes;
- não usar plantio direto ou cultivo mínimo;

- não fazer rotação de culturas;
- o uso contínuo de implementos/maquinários pode causar a compactação, impedindo que a água entre no solo, favorecendo a enxurrada e prejudicando o desenvolvimento das raízes no solo (Figura 03).

Associado a esses fatores tem-se a ação do sol, vento e chuva. O impacto das gotas da chuva na superfície do solo desprotegido provoca o carregamento das primeiras camadas. O processo de erosão é gradativo e varia conforme a força da chuva.

A destruição das matas é uma importante causa da erosão, pois as árvores funcionam como uma proteção para o solo. As copas das árvores amortecem o impacto das gotas da chuva. A matéria orgânica do solo, juntamente com a vegetação rasteira, facilita a entrada da água no solo, diminuindo o volume da enxurrada.

FIGURA 03 - Desenvolvimento das raízes em solo



2 NUTRIENTES E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS PLANTAS



As plantas produzem muitos compostos orgânicos, mas necessitam de nutrientes minerais que estão presentes no solo e nos fertilizantes (adubos). Assim terão condições de crescerem e produzirem flores e frutos.

Os nutrientes minerais se dividem em macronutrientes (primários e secundários) e micronutrientes, conforme o Quadro 01. A falta de qualquer um deles diminui o crescimento das culturas, reduzindo a produção agrícola ou florestal.

Os macronutrientes (macro = grande) são assim chamados por serem absorvidos em grande quantidade pelas plantas. Os macronutrientes primários são normalmente os mais comercializados como adubos, e os que apresentam custo mais elevado para o agricultor.

Os micronutrientes (micro = pequeno) são absorvidos em pequena quantidade pelas plantas. Se os micronutrientes estiverem no solo em quantidades muito maiores do que a planta precisa, podem ser tóxicos, sendo prejudicial a ela. Portanto, o produtor rural, deve evitar a adubação excessiva com micronutrientes.

Mesmo em pequenas quantidades, os micronutrientes são essenciais à sobrevivência das plantas. De acordo com a “Lei do Mínimo”, - “o rendimento da colheita é limitado pela ausência de qualquer um dos nutrientes essenciais, mesmo que todos os demais estejam disponíveis em quantidades adequadas”.

Se um solo deficiente em NPK (nitrogênio-N, fósforo-P, potássio-K) for corrigido pela adubação com estes nutrientes, outro elemento pode passar a ser deficiente, como o enxofre (S), por exemplo. Se as

deficiências de NPK e S forem corrigidas, a de zinco (Zn), por exemplo, poderá se tornar a próxima limitante, e assim sucessivamente.

QUADRO 01 - Macro e micronutrientes essenciais para as plantas e seus símbolos

Macronutrientes	
Primários	Secundários
Nitrogênio (N)	Cálcio (Ca)
Fósforo (P)	Magnésio (Mg)
Potássio (K)	Enxofre (S)

Micronutrientes	
Boro (B)	Ferro (Fe)
Zinco (Zn)	Molibdênio (Mo)
Manganês (Mn)	Cloro (Cl)
Cobre (Cu)	

2.1 FUNÇÃO DOS NUTRIENTES

No quadro 02 encontram-se as funções gerais de cada nutriente na maioria das culturas agrícolas e florestais. Neste quadro existe a expressão “fixação simbiótica do nitrogênio”: o N é um dos nutrientes mais abundantes na planta. Ele é encontrado de várias formas na natureza, porém as plantas conseguem absorver apenas algumas dessas formas. Quando o N que existe no ar combina-se com o hidrogênio, um processo chamado fixação ocorre. Este processo precisa ocorrer antes do N poder ser usado pelas plantas. Entre os agentes que promovem a fixação do N tem-se algumas bactérias do solo. Uma das culturas favorecidas pela fixação simbiótica do nitrogênio (N) é a soja. Por isto, nesta cultura não se aplicam adubos nitrogenados.

QUADRO 02 - Função dos nutrientes nas plantas (adaptado de MALAVOLTA, 1997)

Elemento	Funções
Nitrogênio	Aumenta o teor de proteína; Estimula a formação e desenvolvimento de flores e frutos; Maior vegetação e perfilhamento;
Fósforo	Participa na produção de energia para a planta; Acelera a formação de raízes; Aumenta a frutificação; Apressa a maturação dos frutos; Aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; Ajuda fixação simbiótica de nitrogênio *.
Potássio	Aumenta o teor de açúcares, óleos, gorduras e proteínas; Aumenta a resistência à secas, geadas, pragas e moléstias; Melhora a utilização de água; Estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento; Estimula a vegetação e perfilhamento em gramíneas; Ajuda na fixação simbiótica de nitrogênio.
Cálcio	Colabora com a estrutura da planta; Estimula o desenvolvimento das raízes; Aumenta a resistência a pragas e moléstias; Promove maior pegamento das floradas; Ajuda na fixação simbiótica de nitrogênio.
Magnésio	Colabora com o fósforo; faz parte da clorofila (pigmento verde da planta)
Enxofre	Aumenta a frutificação; Aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas; Ajuda fixação simbiótica de nitrogênio.
Boro	Colabora com o cálcio; Promove maior pegamento das floradas; Aumenta a granação e diminui o chochamento de grãos.
Cloro	Importante para o aproveitamento da energia solar pela planta (fotossíntese)
Cobre	Aumenta a resistência às doenças; Importante na fotossíntese
Ferro	Fixação de nitrogênio; Participa na síntese da clorofila
Manganês	Aumenta a resistência a algumas doenças; Colabora com o cloro na fotossíntese.
Molibdênio	Fixação simbiótica de nitrogênio; Colabora com o nitrogênio dentro da planta
Zinco	Estimula o crescimento e frutificação

2.2 O QUE OCASIONA A FALTA DOS NUTRIENTES NA MAIORIA DAS PLANTAS CULTIVADAS?



QUADRO 03: Principais sintomas da falta de nutrientes (adaptado de INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998)

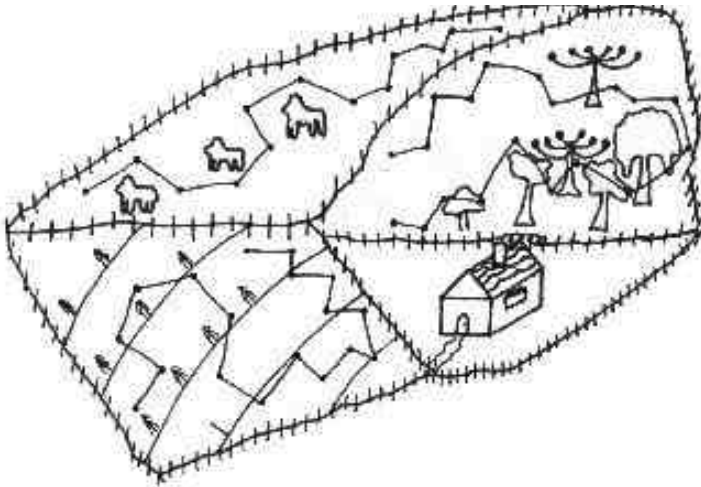
Nutriente	Sintomas
N	Plantas verde clara, folhas de baixo amareladas, iniciando pelas folhas baixas.
P	Plantas verde-escuro, folhas e plantas menores, às vezes arroxeadas. Os sintomas iniciam pelas folhas baixas.
K	Descoloração castanha e queimadura ao longo das bordas das folhas baixas.
Mg	Folhas de baixo apresentam coloração amarelada (às vezes ficam avermelhadas) de fora para dentro e as nervuras ficam bem verdes.
Ca	Demora a aparecer as primeiras folhas e ocorre apodrecimento do broto
S	Folhas das pontas verde pálido, amarelas.
B	Folhas amareladas e brotos de crescimento esbranquiçado ou castanho claro. Folhas mais grossas.
Zn	Folhas amareladas na região central e posterior escurecimento. Menor crescimento da planta (planta anã).
Fe	Folhas das pontas amarelas e quase brancas.
Mn	Folhas cinza amareladas ou cinza avermelhadas e com nervuras verdes.
Cu	Folhas novas de coloração amarelo pálido, secam e morrem rápido.

3 AMOSTRAGEM DO SOLO

Como não é possível analisar todo o solo de uma área, coletam-se amostras. A amostra deverá representar as condições de fertilidade da gleba de onde foi retirada.

A Figura 04 mostra um **plano de amostragem**. Divide-se a área a ser cultivada em glebas semelhantes pelo tipo de solo (cor, textura, profundidade), topografia (várzea, encosta), vegetação, histórico da área (se já foi adubada e se houve aplicação de calcário), sendo que esta área nunca deve ser superior a 20 hectares (1 alqueire = 2,42 hectares).

FIGURA 04 - Exemplo da divisão de uma área em três diferentes glebas, indicando os pontos de coleta de amostra em ziguezague



Para fazer a coleta do solo escolha 15 a 20 locais em cada área semelhante, caminhando em ziguezague para tirar as amostras, de acordo com a Figura 04. Limpe cada local, removendo a vegetação, folhas ou pedras. Não tirar amostras de solo de locais com deposição de fezes de

animais, depósito de calcário, onde existe a presença de palhas, locais a menos de 2 metros de cercas, estradas, linha de plantio.

Antes de ser realizada a coleta das amostras de solo, é de grande importância o produtor rural saber qual a profundidade e período corretos para fazer a coleta.

3.1 PROFUNDIDADE DE COLETA DAS AMOSTRAS

Para as culturas anuais como milho, trigo, feijão, arroz, soja, algodão e pastagens (perenes e anuais), recomenda-se coletar a amostra de solo na camada arável, ou seja, até 20 cm. Para as culturas permanentes, ou seja, perenes (florestas, frutíferas e pastagens) as amostras devem ser coletadas de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade, antes da implantação da cultura.

Para as culturas em sistema de plantio direto, devem ser coletadas 2 amostras: uma de 0 - 5 cm e outra de 5 - 20 cm.

3.2 PERÍODO DE COLETA DAS AMOSTRAS

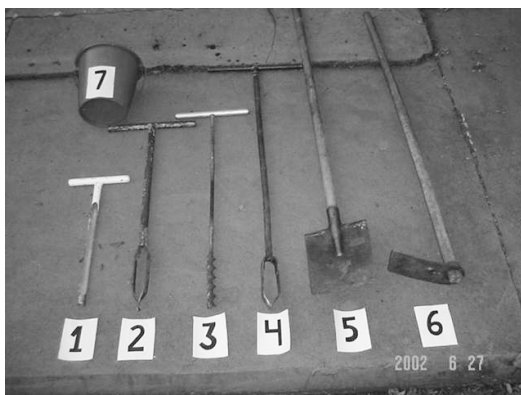
As amostras devem ser feitas antes da calagem, que ocorre de 1 a 3 meses antes da adubação e semeadura, dando tempo suficiente para levar a amostra para o laboratório, realizar a análise física e química e interpretação dos resultados, para aplicação imediata de calcário.

Em pastagens já estabelecidas, a amostra deve ser retirada 2 a 3 meses antes que a vegetação atinja seu crescimento máximo.

Em culturas perenes (permanentes, ex.: fruticultura), sempre depois da colheita.

Os equipamentos que serão utilizados para coleta de amostras de solo são: pá de corte e facão ou trado, balde de plástico limpo, saco de plástico limpo, etiqueta, conforme a Figura 05. Se disponíveis, também podem ser usados trados, que permitem uma amostragem mais rápida.

FIGURA 05 - Equipamentos utilizados para coleta de amostras de solo.



Caso seja utilizada a pá para coletar a amostra de solo, observe as ilustrações a seguir e siga as seguintes etapas:

1. Faça uma cova em formato de cunha com a profundidade indicada para o tipo de cultura;



2. Corte com a pá uma fatia com a profundidade desejada, e grossura de 2 a 5 cm num dos lados da cova;



3. Mantenha a fatia sobre a pá, e com uma faca retire os lados da fatia, então coloque o restante num balde limpo de plástico ou sem ferrugem. Repita a operação 15 a 20 vezes em toda a gleba a ser amostrada, colocando todas as subamostras no mesmo balde.



Após a coleta, mistura-se bem no balde as amostras dos 15 a 20 locais da gleba, colocando 300 gramas em um saco plástico bem limpo. Caso o solo estiver muito úmido, deixar secar à sombra.

Colocar uma etiqueta por fora do plástico, anotando a profundidade, a área em que as amostras foram retiradas, e o nome do produtor rural.

Após esses procedimentos, a amostra deve ser enviada para o laboratório.

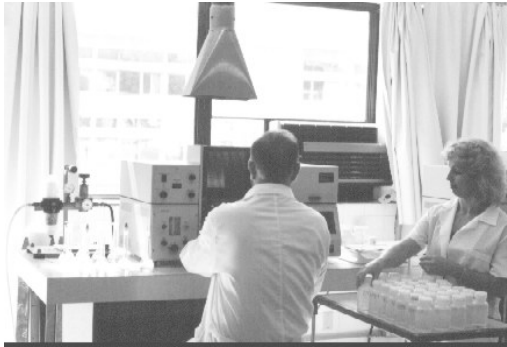
4 ANÁLISE DE SOLO E PLANTA

A análise do solo é um meio que pode auxiliar o produtor rural no planejamento de suas atividades, sendo feita em laboratórios de instituições públicas (Figura 06) e particulares.

Este é o primeiro passo para saber a quantidade de nutrientes que o solo é capaz de reter e posteriormente fornecer para as plantas.

A importância de se fazer uma análise de solo está relacionada a uma correta recomendação da calagem (correção da acidez do solo) e adubação.

FIGURA 06 - Análise sendo executada em laboratório do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR



Com a realização dessa análise, pode-se chegar a um aumento da lucratividade em decorrência do aumento da produção e da resistência da planta à pragas e insetos. Assim, é possível diminuir os gastos com agrotóxicos (inseticidas, herbicidas e fungicidas) causando menor impacto ambiental.

4.1 TIPOS DE ANÁLISE

O produtor rural pode utilizar dois tipos de análise de solo e um de planta. Estas análises permitem determinar possíveis problemas nutricionais e conhecer as características do solo.

A **análise química do solo** avalia a fertilidade, determinando o seu pH (acidez) e disponibilidade de nutrientes para as plantas. Através desta análise pode-se verificar a necessidade do uso de corretivos para a acidez (calcário) e fertilizantes (adubos) no solo. Esta análise é feita de 1 a 3 meses antes do plantio, geralmente com intervalo de 2 a 4 anos (dependendo do tipo de cultura e de solo).

A **análise física (granulométrica)** determina a quantidade de areia, silte e argila no solo. É através desta análise que se obtêm:

- o quanto de fósforo será necessário na adubação;
- o risco de erosão;
- a disponibilidade de água para as plantas;
- o uso econômico de adubos;
- a escolha do melhor maquinário a ser usado.

Esta análise é feita uma vez apenas na área.

É importante se realizar a análise química e a análise física em conjunto, pois assim a recomendação poderá ser mais precisa.

No solo existem elementos que não estão sendo absorvidos pela planta. Devido a isso, pode-se fazer a **análise foliar**, utilizando-se partes da planta. Através dessa análise é possível avaliar qual o elemento (nutriente) e sua concentração na planta. Havendo necessidade, pode-se fazer uma adubação foliar de forma que a planta absorva mais facilmente alguns elementos.

Entre todas as partes da planta que podem ser analisadas é a folha que reflete melhor a concentração dos nutrientes na cultura.

Uma vez realizada a interpretação de resultados da análise foliar pode-se recomendar a correção de falta de nutrientes da planta e também se fazer adubações preventivas. É conveniente ressaltar que esta análise não substitui a análise de solo (química), contudo, ambas se

complementam. A análise foliar é realizada principalmente em culturas perenes, como por exemplo: fruticultura, reflorestamento, café, etc.

5 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE SOLO

A interpretação da análise é uma etapa muito importante para o entendimento dos valores obtidos na análise de solo (laudo técnico entregue pelo laboratório). Com isso, pode-se avaliar se o solo está adequado para o tipo de cultura que será implantada, podendo haver a necessidade de aplicação de adubos e corretivos no solo (calcário).



A interpretação da análise de solo deve ser feita por profissional habilitado (Engenheiro Agrônomo, Engenheiro Florestal ou Zootecnista).

Esse profissional com base nas informações da propriedade agrícola e na análise de solo e/ou planta, poderá indicar se o solo apresenta adequada disponibilidade de nutrientes para as culturas, e recomendar, caso necessário, a adubação e calagem para cada caso.

Na análise química do solo, a qual é realizada em laboratório, normalmente são determinados: pH, as quantidades de alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), fósforo (P), matéria orgânica (MO) e carbono (C), capacidade de troca de cátions (CTC ou T) e a saturação por bases (V).

O **pH** representa o quanto o solo está ácido, demonstrando a necessidade da aplicação de corretivos (calcário) para que a acidez do solo diminua e ocorra um adequado desenvolvimento da cultura.

A quantidade de **alumínio** (Al) existente num solo é muito importante ser conhecida, pois para a maioria das culturas esse elemento químico é tóxico, não sendo um nutriente. Se o alumínio estiver presente

na análise do solo é um sinal de que ele poderá afetar a produção das culturas.

A **matéria orgânica** pode indicar a quantidade de nutrientes existentes na camada superficial do solo, sendo também importante, para muitas outras propriedades do solo, pois (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998):

- auxilia na solubilização dos nutrientes;
- apresenta alta capacidade de troca de cátions (CTC ou T);
- libera lentamente fósforo (P), nitrogênio (N), enxofre (S) e água, para as plantas;
- melhora a nutrição das plantas em micronutrientes;
- aumenta a capacidade de retenção de água do solo;
- melhora a estrutura do solo;
- melhora a capacidade tampão do solo, deixando o pH estável;
- reduz a toxidez de agrotóxicos e outras substâncias;
- favorece o controle biológico pela maior população microbiana;
- exerce efeitos promotores de crescimento, isto é, favorece um melhor crescimento e desenvolvimento das plantas;

Portanto, é importante que o produtor rural conserve a matéria orgânica do solo, através de práticas como: adubação orgânica, adubação verde, cultivo mínimo, plantio direto e eliminação da queimada.

A **Capacidade de Troca de Cátions** (CTC ou T) corresponde ao total de cargas negativas que o solo apresenta, responsável por segurar os nutrientes no solo, como o cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K).

A **Saturação de Bases** (V%) é a quantidade de nutrientes como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), presentes no solo comparados com o hidrogênio-H (responsável pela acidez) e Alumínio-Al (tóxico). Serve para separar os solos mais férteis (V% maior que 50) de solos menos férteis (V% menor que 50).

6 CALAGEM

6.1 A IMPORTÂNCIA DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

A maioria dos solos do Paraná e do Brasil são ácidos. A acidez dos solos promove o aparecimento de elementos tóxicos, como o alumínio (Al), além de causar a diminuição da presença de nutrientes importantes para as plantas.

Os efeitos causados pela acidez levam à baixa produtividade das culturas. Aplicando-se o calcário, ocorre a correção da acidez do solo (indicada pelo pH).

6.2 BENEFÍCIOS DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

- fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) como nutrientes para as plantas;
- diminuição ou eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio (Al), e também do excesso de manganês (Mn), ferro (Fe) e cobre (Cu) para as plantas;
- liberação do nutriente fósforo (P) para a planta;
- aumento da disponibilidade enxofre (S) e molibdênio (Mo);
- melhora a eficiência na absorção pela planta, de adubos que tenham potássio (K),
- aumenta a liberação de nutrientes (nitrogênio-N, fósforo-P, enxofre-S) que estão na matéria orgânica do solo;

6.3 ESCOLHA DO CALCÁRIO

Existem diversos corretivos utilizados para diminuir a acidez do solo. O principal corretivo utilizado é o calcário, mas existem várias opções como:

- cal virgem (óxido de cálcio); cal de construção (hidróxido de cálcio); calcário calcinado; calcário calcítico; calcário magnesiano e

dolomítico; conchas marinhas moídas; cinzas; escórias – resíduos industriais (em algumas regiões do país).

O calcário dolomítico é o corretivo de acidez mais usado. Esse calcário tem a vantagem de corrigir a acidez do solo e fornecer os nutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para a planta.

Tanto a eficiência como o preço são bastante variados para cada tipo de corretivo.

Corretivos com baixa qualidade são em geral mais baratos porém, devem ser usados em grande quantidade para corrigir a acidez do solo. O aumento da quantidade também aumenta o custo do transporte até a propriedade, bem como o custo da aplicação.

6.4 QUANTIDADE DE CORRETIVO A APLICAR

Somente através da análise química do solo pode-se chegar à quantidade adequada de calcário a aplicar, sendo que a falta ou o excesso podem prejudicar as plantas cultivadas. Existem alguns produtores rurais que aplicam calcário sempre, achando que estão melhorando o solo, mas na verdade podem estar prejudicando a cultura devido ao aumento do pH, acima da necessidade.



ATENÇÃO

A qualidade do corretivo é indicada pelo valor do PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total). Quanto mais próximo ou superior a 100 for o PRNT, mais rápido e efetivo esse corretivo será para reduzir a acidez do solo. Sempre observe o PRNT ao comprar o calcário para aplicar na sua lavoura.

6.5 ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO CORRETIVO

Para se obter os efeitos esperados, o calcário deverá ser aplicado, três meses, ou mais, antes da cultura para que o corretivo tenha o tempo necessário para reduzir a acidez do solo com eficácia.

6.6 DISTRIBUIÇÃO DO CORRETIVO

Recomenda-se efetuar a distribuição o mais uniforme possível, podendo ser manual (a lanço), ou com máquinas que aplicam o calcário em linhas próximas sobre o solo, as quais podem representar uma alternativa interessante.

6.7 INCORPORAÇÃO DO CORRETIVO

Uma boa incorporação do calcário no solo é fundamental para que seja eficiente, reagindo com a maior quantidade possível de solo em menor tempo.

Dependendo das condições de tempo e de maquinaria disponível, recomenda-se fazer a incorporação do calcário das seguintes formas:

- para quantidades iguais ou inferiores a 4 toneladas por hectare (t/ha) ou 9,7 toneladas por alqueire (t/alq), fazer a aplicação toda de uma só vez, e logo após gradear. Em seguida arar e novamente gradear.
- para quantidades superiores a 4 t/ha ou 9,7 t/alq recomenda-se dividir a aplicação, colocando-se a metade no primeiro ano de cultivo e o restante no ano seguinte



ATENÇÃO

Deve-se observar que o calcário é um corretivo da acidez do solo.

Portanto, o calcário não pode substituir o adubo, e vice-versa.

6.8 EFEITO RESIDUAL DA CORREÇÃO

Quando utilizadas as doses recomendadas, o efeito da calagem é de aproximadamente 2 anos. Isto quer dizer que novas aplicações de calcário só deverão ser feitas após este período, mediante nova análise de solo.

7 ADUBAÇÃO

É importante se conhecer o solo, a cultura e o adubo para se estabelecer as quantidades necessárias ao bom desenvolvimento da planta.

Tanto a adubação quanto a calagem e outras recomendações são feitas por um profissional capacitado, ou seja, Engenheiro Agrônomo, Engenheiro Florestal ou Zootecnista.

7.1 TIPOS DE ADUBAÇÃO

Os tipos de adubação são: orgânica, verde (viva) e mineral.

7.1.1 Adubação Orgânica

Na adubação orgânica se utilizam restos vegetais em decomposição e esterco de animais. Estes estercos são constituídos por fezes e urina e devem ser misturados com maravalha, palha ou restos usados como palha.

No adubo orgânico os nutrientes encontram-se menos concentrados, ou seja, há necessidade de se aplicar maior volume (quantidade) de esterco em relação ao adubo mineral. Desta maneira, a adubação mineral pode ser substituída pela orgânica.

Os adubos orgânicos devem, sempre que possível, ser analisados antes da utilização, pois tanto a concentração de nutrientes como o teor de água podem variar muito, principalmente em função da espécie animal, da

alimentação utilizada, da proporção de fezes e urina, do material que serve de cama e do manejo destes materiais orgânicos.

Sempre que houver necessidade de armazenamento de qualquer material orgânico sólido, o local deve ter baixo teor de umidade e ser protegido da chuva.

O composto orgânico é outro tipo de adubo orgânico que será discutido no próximo capítulo.

7.1.2 Adubação Mineral

Na adubação mineral são utilizados os formulados prontos, industrializados como: uréia, superfosfatos, cloreto de potássio (KCl), fosfato monoamônio (MAP), fostato diamônio (DAP), formulados NPK (ex. 4-14-8; 10-20-20).

Os fertilizantes conhecidos como “NPK”, são uma mistura de outros adubos, que fornecem os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que são absorvidos em maiores quantidades pelas plantas. Por exemplo, um NPK 4-14-8, é um adubo que tem 4% de N (nitrogênio), 14% de P_2O_5 (fósforo) e 8% de K_2O (potássio).

Também existem fertilizantes organo-minerais que resultam da mistura de fertilizantes minerais tradicionais com matérias primas (mínimo 50%) orgânicas diversas tais como: turfas, carvão, esterco, lodo de esgoto, etc.

7.1.3 Adubação Verde

A adubação verde é feita geralmente no inverno, utilizando-se plantas da família das leguminosas, tais como: tremoço, mucuna preta, leucena, guandu, feijão-de-porco. Estas plantas têm a capacidade de aumentar a quantidade de nitrogênio (N) no solo. Antes de implantar a cultura de interesse, essas plantas serão deixadas sobre a superfície ou

incorporadas ao solo. A adubação verde além de fornecer os nutrientes, pode servir como proteção do solo contra a erosão.

7.2 QUANDO APLICAR O ADUBO?

Geralmente a adubação é feita no plantio e na cobertura.

A adubação de plantio é realizada ao mesmo tempo da sementeira. Esta quantidade é uma parcela do total recomendado. Na fase inicial da planta, a quantidade necessária é pequena e com a ocorrência de chuvas o adubo colocado no solo poderá se perder.



ATENÇÃO

Deve-se tomar cuidado para que o adubo não fique encostado com a semente no solo, para que não ocorram problemas com a germinação.

A adubação de cobertura geralmente é feita de 30 a 45 dias após a sementeira, conforme a cultura. Nesta fase a planta necessita de maior quantidade de nutrientes para se desenvolver e neste momento o adubo deve estar disponível no solo.

7.3 COMO APLICAR O ADUBO?

7.3.1 Adubação Manual

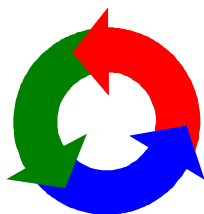
A adubação manual poderá ser a lanço, em linha ou coroa. Em culturas perenes a adubação é feita em coroa.

7.3.2 Adubação Mecanizada

A adubação mecanizada poderá ser feita a lanço ou em linha pelo trator, ou aérea com avião agrícola.

8 COMPOSTAGEM

A compostagem é uma prática fácil, rápida, economicamente viável de se diminuir os gastos com adubos químicos e também ecologicamente correta por aproveitar os restos orgânicos, transformando-os em um adubo orgânico de boa qualidade para aplicar nas culturas, chamado **composto**.



A compostagem é um processo de reciclagem dos resíduos orgânicos que existem na própria fazenda. A compostagem é um processo desenvolvido por diversos microrganismos do solo, onde esses decompõem os restos orgânicos (vegetais e animais) em matéria orgânica.

Esse processo de compostagem é dividido em duas fases:

- a primeira, de **degradação ativa**, onde a temperatura deve ser controlada na faixa de 45 a 65 °C.
- e a segunda, de **maturação ou cura**, onde ocorre a humificação (transformação) da matéria orgânica e a temperatura nesta deve permanecer abaixo dos 45 °C.

8.1 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO COMPOSTO

Ao coletar material, deve haver um equilíbrio entre os materiais que são ricos em carbono (C) e os ricos em nitrogênio (N).

- Fontes de carbono (C): materiais secos e fibrosos de vegetais, folhas fibrosas, palhas, serragem, rolão de milho, jornal picado, travesseiros de penas velho, etc.
- Fontes de nitrogênio (N): esterco de boi, cama de aves, folhas tenras, uréia, etc.

A melhor relação entre C/N em uma pilha de composto está entre 25 a 30 partes de carbono (C) para 1 parte de nitrogênio (N).

Obtendo-se uma relação C/N maior que 30/1, o composto levará muito tempo para ficar pronto. Ao contrário, se a relação for muito menor que 25/1 haverá liberação do excesso de nitrogênio (N), o qual tem cheiro forte, com isso, o composto não ficará com uma boa qualidade.

Na prática, como os materiais variam de composição, adicionar 1 a 1,5 kg de material rico em nitrogênio (N) para cada 50 kg de material rico em carbono (C).

8.2 ONDE MONTAR A PILHA DE COMPOSTAGEM?

A pilha deve ficar próxima a uma fonte de água ou pelo menos em lugar que possa ser alcançado por uma mangueira. Em região de clima frio, poderá ter a ajuda do calor do sol para se aquecer a pilha, tomando o cuidado de molhar para esta não ficar seca. Em regiões de clima mais quente, a pilha pode ficar na sombra para não secar muito rápido. No entanto deve-se tomar cuidado para não deixar a pilha de composto encharcada de água.

8.3 QUE MATERIAIS DEVEM SER EVITADOS PARA FAZER A COMPOSTAGEM?

Carvão mineral e vegetal, papel colorido, plantas doentes (quando queimadas, suas cinzas podem ser adicionadas), vidros, plásticos, peças metálicas (materiais não biodegradáveis), fezes e urina de animais de estimação e humana, lodo de esgoto não tratado, produtos químicos tóxicos.

8.4 QUAL DEVE SER O TAMANHO DA PILHA?

A pilha deve ter até 1,2 metros de altura, para compostos revirados manualmente em prazos longos. Em compostos comerciais as pilhas são maiores e reviradas com maior frequência.

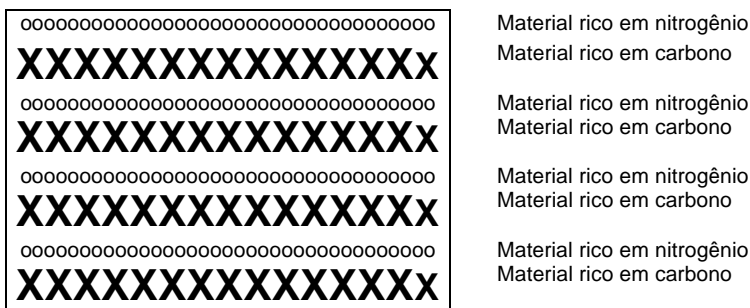
8.5 COMO CONSTRUIR A PILHA DE COMPOSTAGEM?

Construir como um sanduíche de várias camadas usando todos os materiais utilizados.

Alternar camadas verdes de material fresco de restos de verduras e legumes com camadas secas de material envelhecido.

A Figura 07 mostra um exemplo de como montar uma pilha de compostagem

FIGURA 07 – Exemplo de pilha de compostagem



8.6 COMO O COMPOSTO PODE FICAR PRONTO MAIS RÁPIDO?

Quando acrescentar materiais à pilha, esses devem ser picados.

Deve-se construir a pilha em torno de canais de ventilação feitos com tubos de drenagem perfurados, tela de arame enrolada na forma de cilindro ou talos de milho.

8.7 COMO CONTROLAR A PREPARAÇÃO DO COMPOSTO?

Para avaliação do grau de maturação do composto utiliza-se o **teste da vara de madeira**: colocar uma vara de madeira na pilha de composto, deixando-a sempre enterrada. No momento de se remover a vara, verificar:

- Se está fria e molhada: na pilha não está havendo fermentação, provavelmente por excesso de água no composto;
- Levemente morna e seca, com traços de filamentos brancos de micélio de fungos: a pilha necessita mais água;
- Quente, úmida e manchada de pardo escuro: as condições para compostagem estão corretas;
- Livre de “barro preto”, com cheiro de terra, podendo ser introduzida de volta na pilha com facilidade: o composto está pronto para ser utilizado.

8.8 COMO FICA O COMPOSTO CURADO (PRONTO) IDEAL ?

- ser isento de organismos patogênicos ou semente de ervas daninhas;
- possuir teor adequado de alguns macronutrientes (NPK) e conter alguns micronutrientes;
- o composto deve ser leve e macio, mas não fibroso;
- apesar de não se parecer com terra, um bom composto curado deve ter cheiro de terra, nunca cheiro de bolor ou podre;
- deve conter pelo menos 25 a 30% de matéria orgânica.

8.9 COMO APLICAR O COMPOSTO?

- espalhar o composto produzido em toda área de cultivo, podendo ser recomendado para algumas culturas somente nas covas ou linhas;
- se possível revolver o solo para misturar o composto com o solo;
- composto curado ou quase curado é bastante eficaz se for utilizado aproximadamente um mês antes do plantio de primavera.

BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA

1. CARUSO, R. **Cerrado brasileiro: desenvolvimento, preservação e sustentabilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1997. 112 p.
2. DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H. **Fertilidade do solo**. Parte 1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Solos, 1996. 204 p.
3. GREENWOOD, P. **Livro definitivo de dicas e sugestões de jardinagem**: mais de 2000 soluções engenhosas para os problemas do dia-a-dia em jardins. São Paulo: Nobel, 2000. 192 p.
4. INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e adaptação: Alfredo Scheid Lopes. 2. ed. rev. ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.
5. MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 255 p.
6. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 318 p.
7. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727 p.
8. MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Ed. Gênese, 2000. 174 p.
9. MONTE SERRAT, B.; LIMA, M.R.; OLIVEIRA, A.C.; TONUS, F.A.; DALLA COSTA, M.A. **Amostragem do solo: perguntas e respostas**. 1. reimpr. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2002. 17 p.
10. RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Potafos, 1991. 343 p.
11. RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.