

3	ANÁLISE DO SOLO
4	SOLOS
7	PREPARO DE SOLUÇÕES
12	EXTRAÇÃO DE ELEMENTOS
14	PROCESSO DE ANÁLISE
21	FOLIAR
22	EXTRAÇÃO
23	DETERMINAÇÃO
24	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÁLISE DO SOLO



Os processos de análise do solo foram iniciados por volta de 1840, período em que o homem buscou saber como as plantas crescem. A partir de então houve uma progressão até a aceitação plena como algo essencial à formulação de um programa de adubação e calagem e a compreensão de sua importância para a classificação dos diferentes tipos de solos para qualificação quanto à contaminação.



A análise química do solo é a mais utilizada pelos agricultores, por demonstrar a "saúde" do mesmo, quantidade de nutrientes e, comparado com boletins e tabelas, ficar claro quanto é necessário adubar de acordo com cada cultura. A análise física do solo também é utilizada em conjunto, mas não sempre.



Já as folhas são os órgãos da planta que melhor expressam o **estado nutricional da cultura**, pois há uma relação bem definida entre o crescimento e a produtividade da cultura com os teores nutricionais nos tecidos. A diagnose foliar é uma ferramenta muito importante para monitorar o balanço nutricional da planta ao possibilitar a correção da deficiência ocasionada, por exemplo, por falhas na adubação de base.

SOLOS

A análise química do solo é o primeiro passo para definição de medidas necessárias à correção e ao manejo da fertilidade. Após a coleta o solo chega ao laboratório e recebe uma identificação fixada em recipiente apropriado para secagem e posterior moagem.

A secagem pode ser feita ao ar e o solo, assim seco, passa a ter a

denominação de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar). Como os laboratórios secam grandes quantidades de amostras de solo e precisam de rapidez é possível utilizar estufas com circulação de ar forçada à temperatura de 40°C, como a **TE-394/5** de 1.516 litros ou a **TE-394/3** (528 litros).

TE-394/3Estufa com cirulação e renovação de ar



TE-394/5Estufa com circulação de ar



SOLOS



Se a demanda de amostras no laboratório não for muito alta pode-se optar por estufas com circulação e renovação de ar de volumes menores, como a TE-394/2 (220 litros), TE-394/500L (500 litros, somente circulação de ar) ou TE-394/4 (1.152 litros). Existem também os modelos TE-393/80L e TE-393/180L, que podem ser utilizados na secagem e esterilização de vidrarias.

e renovação de ar



e renovação de ar

Estufa para secagem

e esterilização

TE-393/180L

e esterilização

Estufa para secagem

SOLOS

Após a secagem, a amostra deve ser moída com o uso de um moinho e uma peneira para obtenção de partículas de até 2 mm.

O moinho de solos tipo martelo **TE-330/1** é muito apropriado

para esse objetivo, já que é

acompanhado por um coletor

de amostra que possui tela com

malha de 2 mm em aço inox

304. Além de não contaminar

a amostra facilita e agiliza o

processo pois, após a moagem,

ela já é peneirada.



Depois de seca e moída a amostra é transferida ao laboratório, que iniciará os procedimentos para determinação dos seus nutrientes/contaminantes/constituintes. No caso de amostras de solo, usualmente as massas estão entre 0,5 g e 10 g, sendo que uma balança com duas casas decimais atende a necessidade. Os modelos **SHI-BL-3200H** e **SHI-UX-6200H** são consideradas os mais adequados para esse propósito.

TE-330/1Moinho de solos



SHI-BL-3200H Balança de precisão



SHI-UX-6200H Balança de precisão



Algumas metodologias consideram o volume de amostra, e não a massa, ao utilizar medidores de volume, chamados de cachimbos de solo. Esses materiais têm volume conhecido. Os cachimbos são feitos em PVC e encontrados em diversos volumes nos modelos **TE-070** (1,0 mL), **TE-070/2** (2,5 mL) com tela, **TE-070/5** (5 mL) e **TE-070/6** (10 mL).

As amostras são pesadas ou cachimbadas em bandejas de alumínio com tiras de isopor (**TE-145-C1**), que contém 30 copinhos de amostras, ou em erlenmeyers de vidro.

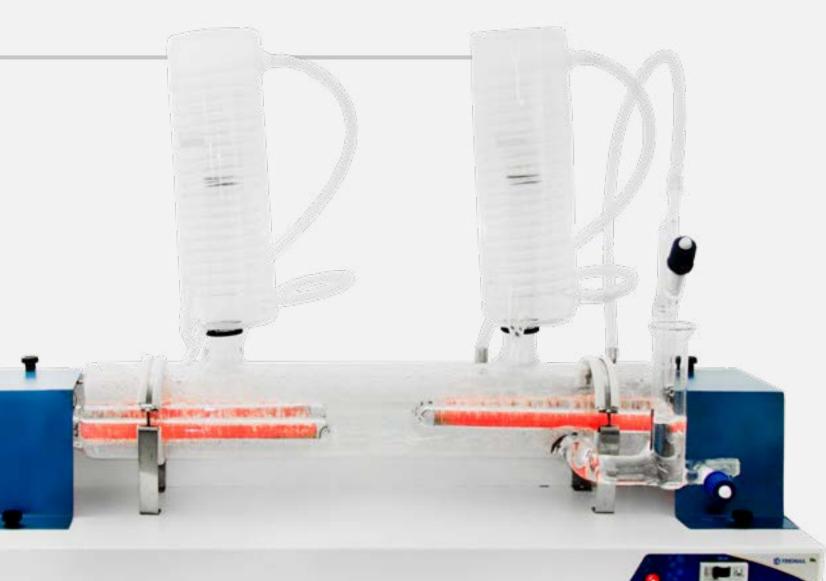
Para preparo de soluções e padrões de uso do laboratório nas análises de solo recomenda-se o uso de balanças analíticas ou semi-analíticas, dependendo da massa a ser pesada. Pode-se utilizar as balanças SHI-AUX-220, SHI-AUY-220 e SHI-ATX-224 – Balanças analíticas Shimadzu e as balanças SHI-BL-320H e SHI-UX-620H – Balanças semi-analíticas Shimadzu.



Para preparo das soluções indicadas anteriormente é necessário utilizar água de qualidade, que não contenha os elementos a serem determinados para não influenciar o resultado. São usados destiladores ou osmose reversa para obter a qualidade de água requerida para os ensaios.

Como destiladores, pode-se utilizar os modelos **TE-1782** e **TE-1788**, que são de vidro, o **TE-17823**, que é um bi-destilador, para uma melhor qualidade, o **TE-2755** e **TE-2801**, destiladores de água tipo Pilsen, o Osmose Reversa **TE-4007/10** e o **TE-4008** – Osmose reversa automatizada, que já contém um barrilete para armazenamento da água com sistema automático de nível, que promove o desligamento da bomba quando a bomba for atingida. A escolha do destilador depende do grau de pureza desejado. Para o armazenamento há o barrilete em PVC **BP-0301** (20 litros) e o **BP-0300** (10 litros).





TE-1788Destilador de água





Um dos parâmetros de avaliação da qualidade de água é a medição de sua condutividade. Para esse monitoramento há o TEC-4MP – Medidor de condutividade e o TEC-4P-MP – Medidor de condutividade portátil. Para o preparo de soluções com reagentes ácidos ou voláteis é necessário o uso de uma capela de exaustão. Existem os modelos CE-0710, CE-0720 e CE-0730 – Capela para exaustão de gases.

Após a amostra ser pesada e as soluções de uso serem preparadas é necessário que tais soluções sejam adicionadas às amostras. Este volume a ser dispensado depende do elemento quantificado, mas para todas as soluções a serem adicionadas nas bandejas de alumínio é possível utilizar o **TE-290** – Dispensador de 1 alíquota com seringa de vidro, o **TE-299** – Dispensador automático e os dispensadores Hirschmann.



TEC-4MPCondutivímetro
digital



CE-0710Capela para exaustão de gases



CE-0720 Capela para exaustão de gases



CE-0730Capela para exaustão de gases



TEC-4P-MPCondutivímetro
microprocessado
portátil



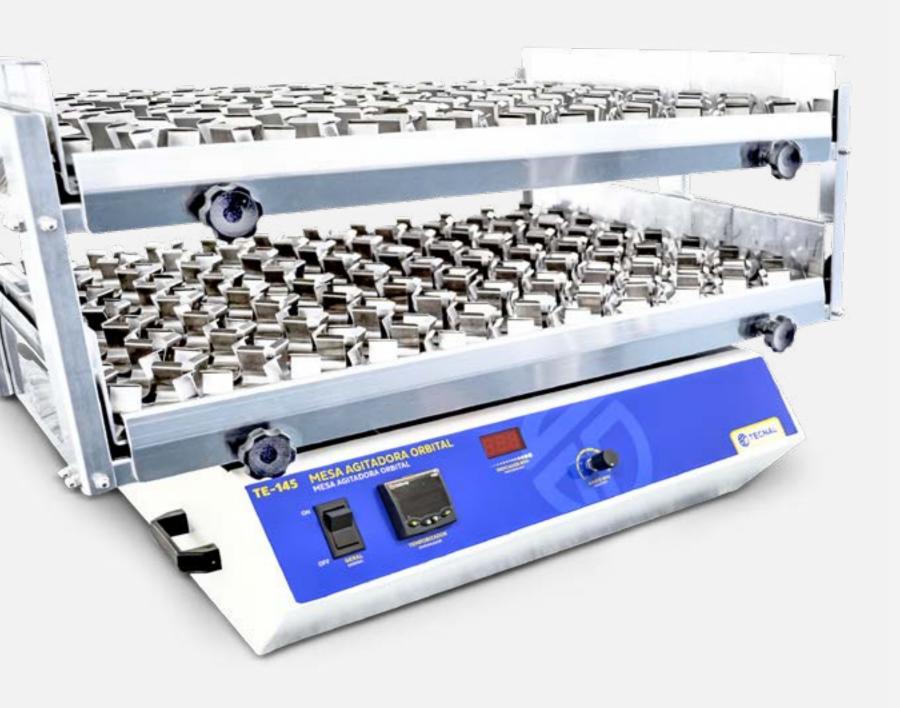
TE-299 Dispensador automático

Para adição de soluções nos erlenmeyers pode ser utilizado o

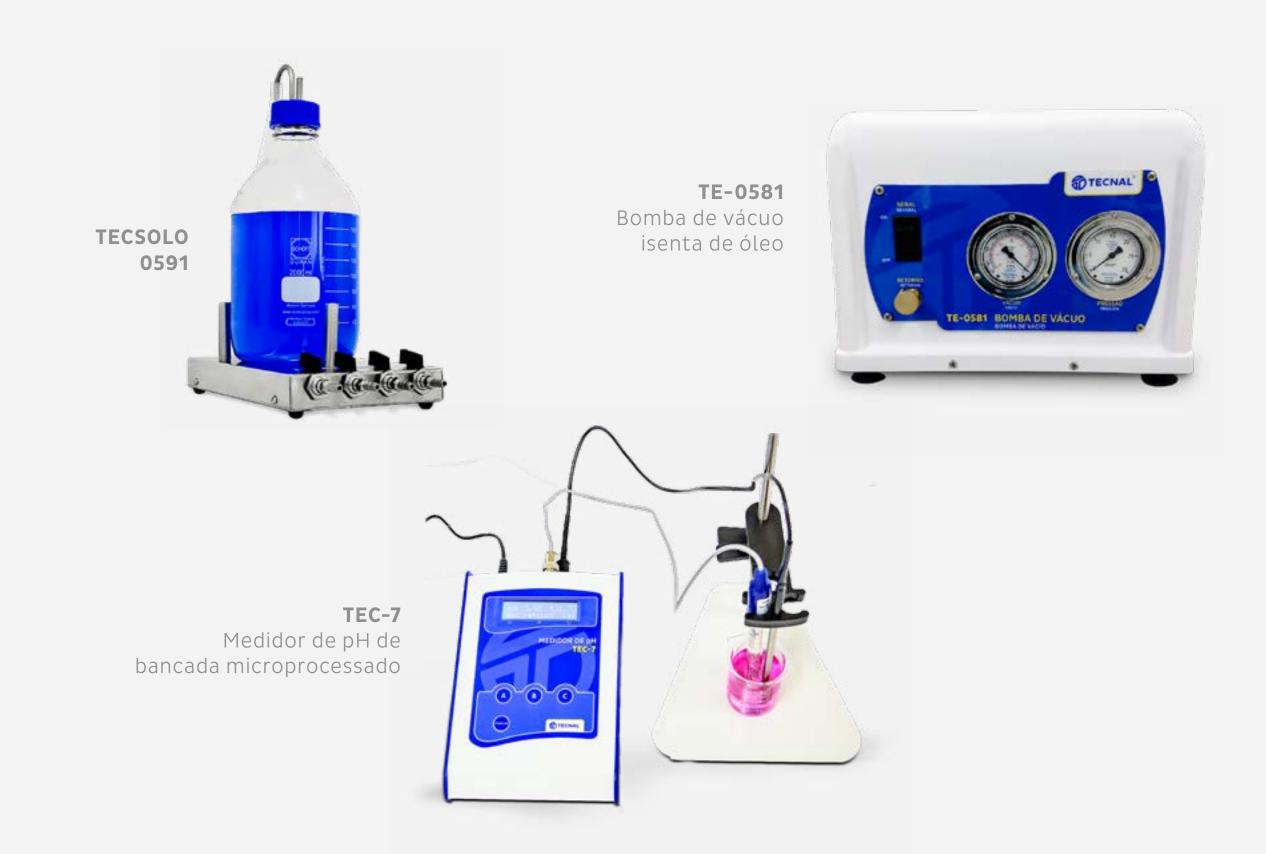
TECSOLO – Pipetador semi-automático) de 5, 15, 25, 50, 75 e 100

ml, juntamente com TECSOLO-0591 e o TE-0581 – Bomba a vácuo.

Esses equipamentos, operando em conjunto, levam a solução de um recipiente para os frascos de análise.



TE-145Mesa agitadora orbital



Quando as amostras recebem as soluções apropriadas elas necessitam de homogeneização para que ocorra a extração. Para isso, são utilizadas mesas agitadoras, como a **TE-145**.

Uma das determinações mais comuns em solos é o pH, sendo necessário o uso de um pHmetro, que pode ser o **TEC-7** – Medidor de pH de bancada microprocessado.

EXTRAÇÃO DE ELEMENTOS

Para extração de alguns elementos, pode ser utilizada a metodologia da resina trocadora de íons. Entre os equipamentos requeridos está o TE-310/1 – Lavador de resinas, utilizado para separar a resina do solo e adicioná-la na solução extratora para posterior determinação dos elementos. Após o uso, as resinas devem ser recuperadas para que possam ser utilizadas novamente. Usa-se o TE-308/2 – Recuperador de resinas.

Existe também o método de com extrator Mehlich 1, que é amplamente utilizado em laboratórios. É possível utilizar os mesmos equipamentos já citados, como balanças ou cachimbos, bandejas, mesas agitadoras e dispensadores.



TE-310/1Separador de resinas



EXTRAÇÃO DE ELEMENTOS

Utiliza-se muito os erlenmeyers e o **TECSOLO** – Pipetador automático para extração de elementos, em que a quantificação é realizada com a titulação da solução extratora após contato com o solo.

São necessários um agitador magnético, que pode ser o **TE-0854** (com aquecimento, se necessário), o **TE-080** ou o **TE-089** (sem aquecimento), uma bureta, que pode ser a **bureta digital Hirschmann** ou o **TECSOLO-200** – Ponte de titulação.

Para misturas, e em várias outras análises, utiliza-se um agitador de tubos, que pode ser o AP-56/1.



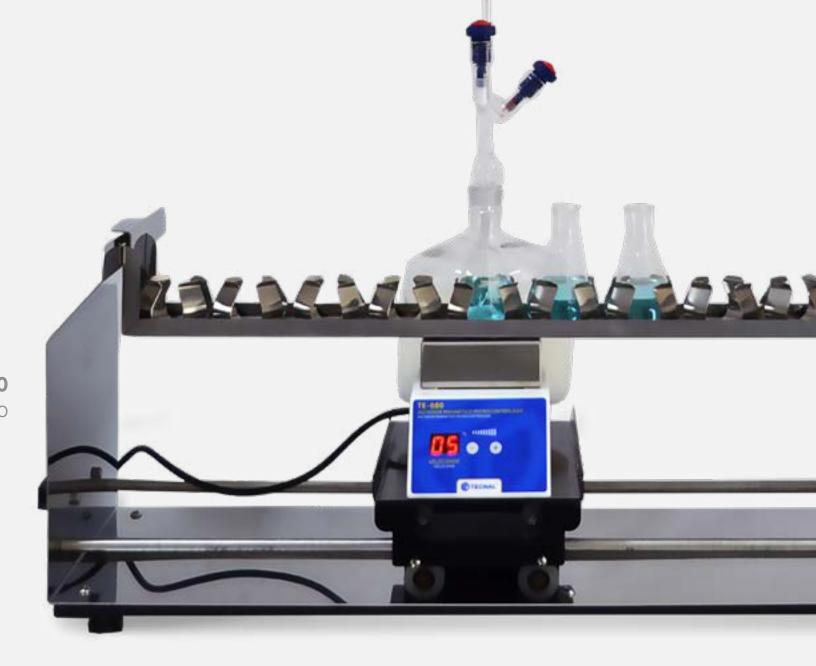
TE-089 Agitador Magnético sem Aquecimento



TE-080Agitador Magnético
sem Aquecimento







TE-0854Agitador Magnético com Aquecimento



AP-56/1 Agitador de tubos



Devido a sua alta importância para a fertilidade do solo, saber a concentração de nitrogênio é fundamental para uma boa recomendação de adubação. Em seu método de análise, é possível utilizar o TE-040/25 - Bloco digestor tubos micro, o TE-0364 - Destilador de nitrogênio/proteína, o TE-0365/1 - Destilador de nitrogênio com três provas, ou o TE-0366 - Destilador de Nitrogênio Automático.





TE-0366Destilador
de nitrogênio
automático





TE-008/50-04Bloco digestor macro



TE-041/25Bloco digestor
micro com rampas
e patamares

Há também a análise de sílica, onde se utiliza o TE-008/50-04Bloco digestor tubos macro.

A Tecnal conta com o bloco digestor **TE-041/25**, que possui rampas e patamares, o que permite controle do tempo que a amostra deve permanecer em determinada temperatura, proporcionando mais praticidade.

Para digestão, pode ser utilizado o micro-ondas Xpert, utilizado para digestão de solo, tecido vegetal e fertilizante, sendo uma opção mais rápida.

BER-XPERTDigestor de amostras
por micro-ondas





TE-038Chapa aquecedora



TE-0181 Chapa aquecedora



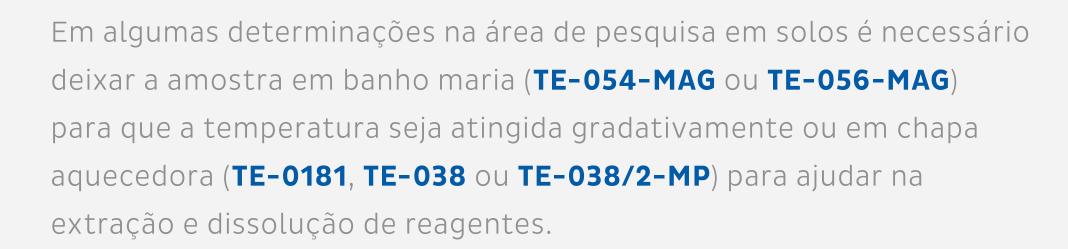
TE-038/2-MPChapa aquecedora



TE-054-MAGBanho-maria com
circulação de água



TE-056-MAGBanho-maria digital



Isso, além da necessidade do uso de **centrífuga** para separação do sobrenadante e da parte sólida.

Outro equipamento que pode ser utilizado para extração de cátions solúveis em extratos aquosos de solo ou para se obter a extração de saturação do solo é o **TE-0593**.

Após o término das análises utilizando erlenmeyers, para melhor lavagem das vidrarias, pode-se utilizar o **TECSOLO-110**.







TECSOLO-110Lavador de vidrarias

Para determinação e quantificação dos micronutrientes e contaminantes pode-se utilizar um Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA), o GBC SavantAA ou o GBC XplorAA que utilizam lâmpadas de cátodo oco que emitem comprimento de onda dos elementos a serem determinados.

Dentre as técnicas utilizadas para quantificação em laboratórios de solo esse equipamento é muito sensível, rápido e preciso. Há também a possibilidade da utilização de Espectrofotômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), que é mais sensível que o EAA e realiza análises multielementares.

Para quantificação de elementos pode-se utilizar o Fotômetro de chama, como o modelo 910-M.





GBC-SAVANTAA Espectrofotômetro de absorção atômica



Fotômetro de chama







Para determinações nas quais a metodologia é colorimétrica utiliza-se um espectrofotômetro UV-VIS, como o **Digital UV-5000**. Esse equipamento pode ser associado a um **TE-034/2** – Fluxo contínuo para facilitar e agilizar a leitura das amostras.









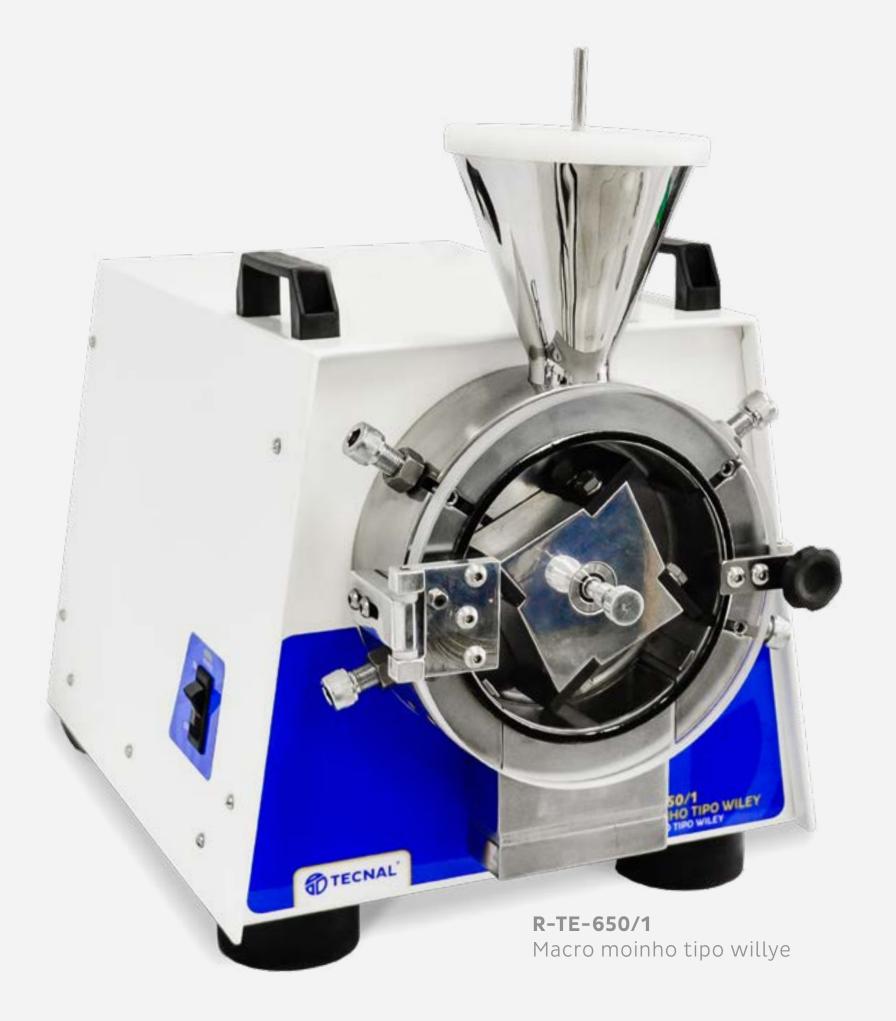
B-AGITAgitador
eletromagnético

Além das análises químicas existem as análises físicas do solo, em que são utilizados alguns outros equipamentos, como um agitador magnético de peneiras (**B-AGIT**) para se separar as diferentes granulometrias do solo, um agitador rotativo para análise física de solos **TE-161** ou **TE-161/2** e um agitador vertical de proveta **TE-167**, voltado à medição da densidade do mesmo, utilizando, por exemplo, um densímetro de boyoucos.

FOLIAR

O primeiro aspecto importante quanto à amostragem de tecido vegetal para análise química é que se a amostra coletada não for representativa da população analisada todo o restante do programa estará comprometido. A coleta das amostras deve ser atribuída exclusivamente a pessoas bem treinadas.

O tempo entre a coleta das amostras e a chegada ao laboratório é muito importante, pois as folhas continuam o processo respiratório depois de colhidas. No laboratório, as amostras são identificadas e higienizadas e qualquer material biológico ou orgânico presente na folha é eliminado.



As amostras são submetidas à estufa com temperatura controlada entre 65º C e 70º C para secagem até peso constante. É possível utilizar estufas com circulação de ar forçada, como a TE-394/5 de 1.516 litros.

A secagem é necessária para interromper as reações enzimáticas responsáveis pelos processos de decomposição e para retirar água do material vegetal.

Após a secagem, as amostras são moídas em moinhos de facas de aço inoxidável, tipo Willey como o **R-TE-650/1**, facilitando a manipulação e assegurando sua homogeneização.

EXTRAÇÃO

Para extração de elementos são usados método clássicos como:

- **Digestão seca**, uma das técnicas mais antigas e simples de análise de tecido vegetal, em que é utilizado **forno Mufla** para incinerar a amostra;
- **Digestão úmida**, em que a matéria orgânica do tecido vegetal é oxidada com ácidos minerais concentrados e à quente, utilizandose bloco digestor para 40 tubos (**TE-040/25** ou **TE-041/25**) ou chapa aquecedora (**TE-0181**, **TE-038** ou **TE-038/2-MP**);

- Digestão úmida em forno micro-ondas, com o tecido vegetal sendo digerido com solvente em vaso de teflon fechado, podendo utilizar o micro-ondas Xpert;
- **Solubilização**, capaz de extrair elementos químicos do tecido vegetal sem oxidação da matéria orgânica. Utiliza-se o banho-maria (TE-054-MAG ou TE-056-MAG) e o agitador magnético TE-089.



DETERMINAÇÃO



A próxima etapa é a determinação. A escolha do método depende de disponibilidade do equipamento no laboratório, demanda de análise, limite de detecção e precisão, qualificação dos analistas e disponibilidade de recurso.

Na determinação de nitrogênio, o amônio produzido na digestão com ácido sulfúrico é destilado em meio fortemente alcalino. O amônio condensado é coletado na solução de ácido bórico e titulado com a solução de ácido clorídrico. Em seu método de análise, pode utilizar-se o TE-040/25 - Bloco digestor tubos micro, o TE-0364 - Destilador de

nitrogênio/proteína, o <u>TE-0365/1</u> – Destilador de nitrogênio com três provas ou o <u>TE-0366</u> – Destilador de Nitrogênio Automático.

Já na determinação espectrofotométrica em que compostos coloridos são formados usa-se espectrofotômetro UV-VIS, como o Digital UV-5100.

DETERMINAÇÃO

Há o método turbidimétrico, que permite a utilização de turbidímetro **TB-2000** ou espectrofotômetro UV-VIS, como o <u>Digital UV-5100</u> juntamente com um agitador de tubos, que pode ser o <u>AP-56/1</u>.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHITOLINA, J. C. et al. Amostragem de solo para análises de fertilidade, de manejo e de contaminação. In: SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.25-57.

Silva, F. C. et al. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.109-189.

TECNAL. Catálogo de Produtos Tecnal. Disponível em: http://tecnal.com.br/pt/equipamentos-para-laboratorios/>. Acesso em: 26 nov 2019.



TRABALHANDO PELA CIÊNCIA

+55 (19) 2105-6161 contato@tecnal.com.br