

E-BOOK

# EQUIPOS PARA ANÁLISIS DE SUELOS Y FOLIAR TECNAL





# ANÁLISIS DE SUELO

---



Los procesos de análisis del suelo fueron iniciados cerca de 1840, período durante el cual el hombre buscó saber cómo las plantas crecen; a partir de esto, hubo un progreso hasta su aceptación plena como algo esencial en la formulación de un programa de fertilización y encalado, y también la comprensión de su importancia para la clasificación de los diferentes tipos de suelos y para evaluarlos con relación a la contaminación.



El análisis químico del suelo es el más utilizado por los agricultores, para demostrar la “salud” del mismo. Su cantidad de nutrientes, comparando con boletines y tablas, deja claro lo necesario que es **fertilizar de acuerdo con cada cultivo**. El análisis físico del suelo también es utilizado en conjunto, pero no siempre.



Las hojas son los órganos de la planta que mejor expresan el **estado nutricional del cultivo**, pues hay una relación bien definida entre el crecimiento y la productividad del cultivo con los contenidos de nutrientes en los tejidos. El diagnóstico foliar es una herramienta muy importante para monitorear el balance nutricional de la planta, al posibilitar la corrección de la deficiencia de determinado nutriente ocasionado, por ejemplo, por fallas en la fertilización de base.

# SUELOS

El análisis químico del suelo es el primer paso para la definición de las medidas necesarias a ser tomadas para el manejo de la fertilidad del mismo. Después de realizada la colecta del suelo de forma adecuada, éste llega al laboratorio donde recibe una identificación, que es fijada en el recipiente apropiado, para el secado y posterior molienda.

El secado puede ser hecho al aire, y el suelo, una vez seco, pasa a tener la denominación de TFSA (Tierra Fina Seca al Aire). Sin embargo, como los laboratorios secan grandes cantidades de muestras de suelo, y necesitan de un tiempo corto, es posible utilizar estufas con circulación forzada de aire a 40°C de temperatura como, por ejemplo, la **TE-394/5** de 1.516 litros, o la **TE-394/3** (528 litros).



**TE-394/3-MP**  
Estufa con circulación  
y renovación de aire

**TE-394/5-MP**  
Estufa con  
circulación de aire



# SUELOS



**TE-394/500L**  
Estufa de secado

Si la demanda de muestras en el laboratorio no es muy alta, se puede optar por estufas con circulación y renovación de aire de volúmenes menores, como la **TE-394/2** (220 litros), **TE-394/500L** (500 litros, solo sistema de circulación forzada y renovación natural) o **TE-394/4** (1.152 litros). Existen también los modelos **TE-393/80L** y **TE-393/180L** que pueden ser utilizadas para el secado y la esterilización de vidrierías.



**TE-393/80L**  
Estufa para secado  
y esterilización



**TE-394/4-MP**  
Estufa con circulación  
y renovación de aire



**TE-394/2-MP**  
Estufa con circulación  
y renovación de aire



**TE-393/180L**  
Estufa para secado  
y esterilización

# SUELOS

Después del secado, la muestra debe ser molida para obtener partículas hasta de 2 mm y, para esto, se usa un molino y un tamiz.

El molino de suelos del tipo martelo **TE-330/1** es muy apropiado para este fin, ya que viene con un colector de muestra que posee una malla de 2 mm en acero inoxidable 304 que, además de no contaminar la muestra, facilita y agiliza el proceso pues, después de la molienda, la misma ya es tamizada.

Después de que la muestra es secada y molida, ésta es transferida al laboratorio, donde se iniciarán los procedimientos para la determinación de sus nutrientes/contaminantes/constituyentes. En caso de muestras de suelo, usualmente las masas están entre 0,5 g y 10 g, siendo que una balanza con dos decimales atiende la necesidad.



**TE-070**  
Colector de suelo



**TE-330/1**  
Molino de suelos

Algunas metodologías consideran el volumen de la muestra y no la masa; en este caso, utilizan medidores de volumen, llamados Colectores de suelo. Estos materiales tienen un volumen conocido. Los colectores son hechos en PVC y existen en diversos volúmenes en los modelos **TE-070** (1,0 mL), **TE-070/2** (2,5 mL) con tela, **TE-070/5** (5 mL) y **TE-070/6** (10 mL).

Las muestras son pesadas o colectadas en bandejas de aluminio con tiras de espuma de poliestireno (**TE-145-C1**) que contiene 30 vasos de muestras, o en erlenmeyers de vidrio.

Para la preparación de soluciones y patrones de uso del laboratorio en los análisis de suelo, se recomienda el uso de balanzas analíticas o semi-analíticas, dependiendo de la masa a ser pesada.

# PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

Para la preparación de las soluciones indicadas anteriormente, es necesario utilizar agua de calidad, que no contenga los elementos a ser determinados, de manera que no influyeran el resultado final de forma equivocada. Para esto, es necesario el uso de destiladores o de osmosis reversa para obtenerse la calidad de agua requerida para los ensayos.

Como destiladores, se pueden utilizar los modelos **TE-1782** y **TE-1788**, que son destiladores de agua de vidrio, el **TE-17823** que es un bi-destilador, para una mejor calidad; el **TE-2755** y **TE-2801** destiladores de agua tipo Pilsen, el de Osmosis Reversa **TE-4007/10** y el **TE-4008** – de Osmosis reversa automatizada, que ya contiene un barrilete para el almacenamiento del agua con un sistema automático de nivel, que promueve el apagado de la bomba cuando la bomba es alcanzada. La elección del destilador depende del grado de pureza deseado. Para el almacenamiento de esta agua, puede utilizar barriletes.



**TE-2801**  
Destilador de agua  
tipo Pilsen



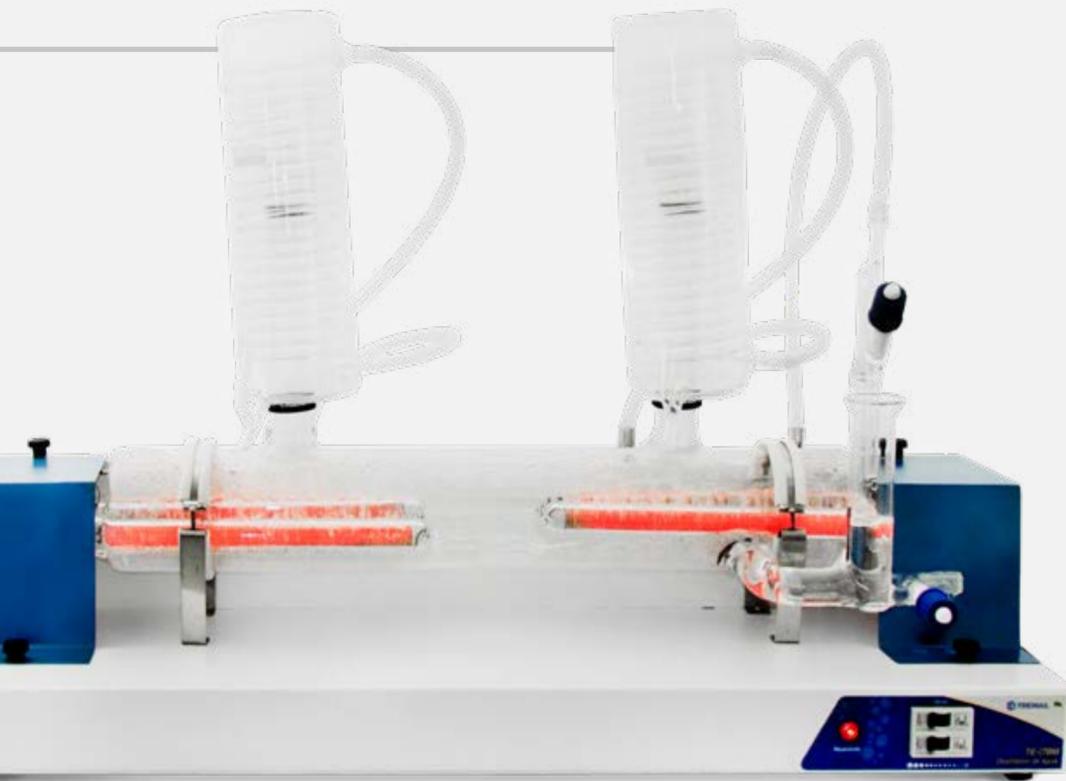
**TE-2755**  
Destilador de agua  
tipo Pilsen



**TE-1782**  
Destilador del agua

**TE-17823**  
Bidestilador del agua

# PREPARACIÓN DE SOLUCIONES



**TE-1788**  
Destilador de agua



**TE-4007/10**  
Osmosis inversa



**TE-4008**  
Osmosis inversa

# PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

Uno de los parámetros de evaluación de la calidad del agua es la medición de su conductividad. Para este monitoreo, existe el **TEC-4/1-MP** – Medidor de conductividad, o el **R-TEC-4P-MP** – Medidor de conductividad portátil. Para la preparación de soluciones con reactivos ácidos o volátiles, es necesario el uso de una campana de extracción.



**TEC-4/1-MP**  
Medidor de conductividad



**R-TEC-4P-MP**  
Medidor de conductividad portátil

Después de ser pesada la muestra y de preparadas las soluciones de uso, es necesario que tales soluciones sean adicionadas a las muestras. Este volumen a ser dispensado depende del elemento cuantificado, no obstante, para todas las soluciones a ser adicionadas en las bandejas de aluminio, es posibles utilizar: el **TE-290** – Dispensador de 1 alícuota con jeringa de vidrio y el **TE-299**– Dispensador automático.



**TE-299**  
Dispensador automático



**TE-290**  
Dispensador para 1 alícuota

# PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

Para la adición de soluciones en los erlenmeyers, puede ser utilizado el **TECSOLO** – Pipeteador semi-automático de 5, 15, 25, 50, 75 y 100 ml, junto con el **TECSOLO-0591** y el **TE-0581** – Bomba de vacío. Estos equipos, operando en conjunto, llevan la solución de un recipiente donde está almacenado para dentro de los frascos de análisis.



**TE-145**  
Mesa agitadora  
orbital

**TECSOLO**  
**0591**



**TE-0581**  
Bomba de vacío  
exenta de aceite



**R-TEC-7/1-MP**  
Medidor de pH digital  
microprocesado



Cuando las muestras reciben las soluciones apropiadas para determinado análisis, estas necesitan de homogeneización para que ocurra la extracción. Para esto, son utilizadas mesas agitadoras, como la **TE-145**.

Una de las determinaciones más comunes en suelos es el pH, es necesario el uso de un medidor de pH, que puede ser el **TEC-7/1-MP** – Medidor de pH micro-procesado.

# EXTRACCIÓN DE ELEMENTOS

Para la extracción de algunos elementos, puede ser utilizada la metodología de la resina de intercambio de iones que, entre los equipos requeridos, existe la necesidad de utilizar un **TE-310/1** – Lavador de resinas, utilizado para separar la resina del suelo y adicionarla en la solución extractora para la posterior determinación de los elementos. Después del uso de estas resinas, deben ser recuperadas para que puedan ser utilizadas nuevamente. Para esto, es necesario usar el **TE-308/2** – Recuperador de resinas.



**TE-310/1**  
Separador de resina

También existe el método con extractor Mehlich 1, que es ampliamente utilizado en laboratorios. Es posible utilizar los mismos equipos ya citados, como balanzas o colectores, bandejas, mesas agitadoras y dispensadores.



**TE-308/2**  
Recuperador de resina

# EXTRACCIÓN DE ELEMENTOS

Un método que utiliza mucho los erlenmeyers y el **TECSOLO** – Pipeteador automático para extracción elementos, en el que su cuantificación es realizada con la titulación de la solución extractora después del contacto con el suelo.

Para esta determinación, se utiliza un agitador magnético, que puede ser el **TE-0854** (con calentamiento, si es necesario), el **TE-080** o el **TE-089** (sin calentamiento), una bureta, o el **TECSOLO-200** – Puente de titulación.

Para mezclas, y en varios otros análisis, se utiliza un agitador de tubos, que puede ser el **AP-56/1**.



**TECSOLO-200**  
Puente de titulación



**TE-089**  
Agitador magnético  
sin calentamiento



**TE-080**  
Agitador magnético  
sin calentamiento



**TE-0854**  
Agitador magnético  
con calentamiento



**AP-56/1**  
Agitador de tubos

# PROCESO DE ANÁLISIS

**TE-040/25**  
Bloque  
digestor micro



Debido a su alta importancia para la fertilidad del suelo, saber la concentración de nitrógeno es fundamental para una buena recomendación de fertilización. En su método de análisis, es posible utilizar el **TE-040/25** – Bloque digestor tubos micro, además del **TE-0364** – Destilador de nitrógeno/proteína o el **TE-0365/1** – Destilador de nitrógeno con tres pruebas, o, también, el **TE-0366** – Destilador de Nitrógeno Automático.

**TE-0364**  
Destilador de  
nitrógeno



**TE-0365/1**  
Destilador de  
nitrógeno 3 pruebas



**TE-0366**  
Destilador  
de nitrógeno  
automático



# PROCESO DE ANÁLISIS



**TE-008/50-04**  
Bloque digestor macro



**TE-056-MAG**  
Baño maria digital



**TE-054-MAG**  
Baño maria digital



**TE-038/2-MP**  
Plancha de calentamiento



**TE-041/25**  
Bloque digestor micro con rampas y patamares



**TE-018/1-MP**  
Plancha calentadora

También existe el análisis de sílice, donde se utiliza el **TE-008/50-04** – Bloque digestor tubos macro.

Tecnal cuenta con el bloque digestor **TE-041/5**, que posee rampas y niveles, lo que permite controlar el tiempo que la muestra debe permanecer a determinada temperatura, proporcionando así una mayor practicidad al analista.

En algunas determinaciones en la área de investigación de suelos, es necesario dejar la muestra en baño-maría (**TE-054-MAG** o **TE-056-MAG**), para que la temperatura sea alcanzada gradualmente, o en la placa calentadora (**TE-018/1-MP** o **TE-038/2-MP**), sea para ayudar en la extracción, o también para la disolución de reactivos. Esto, además de la necesidad del uso de la **centrífuga** para la separación del sobrenadante y de la parte sólida.

# PROCESO DE ANÁLISIS

Otro equipo que puede ser utilizado para la extracción de cationes solubles en extractos acuosos de suelo, o para obtener la extracción de saturación del suelo es el **TE-0593**.

Después de terminar el análisis utilizando erlenmeyers, para un mejor lavado de las vidrierías, se puede utilizar el **TECSOLO-110**.

Para la determinación y la cuantificación de los micronutrientes y contaminantes, se puede utilizar un espectrofotómetro de Absorción Atómica (EAA), que utilizan lámparas de cátodo hueco que emiten una longitud de onda de los elementos a ser determinados.



**TECSOLO-110**  
Lavador de vidrierías



**TE-0593**  
Sistema de filtración para  
pasta saturada de suelos

# PROCESO DE ANÁLISIS

**TE-034/2**  
Flujo continuo



Entre las técnicas utilizadas para la cuantificación en laboratorios de suelo, este equipo es muy sensible, rápido y preciso. Existe también la posibilidad de utilizar un espectrofotómetro de emisión óptica por plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), que es más sensible que el EAA y realiza análisis multi-elementos.

Para la cuantificación de algunos elementos, el equipo más utilizado es el fotómetro de llama.

Para determinaciones en las cuales la metodología es colorimétrica, se utiliza un espectrofotómetro UV-VIS. Este equipo puede ser asociado a un **TE-034/2** – Flujo continuo para facilitar y agilizar la lectura de las muestras.

# PROCESO DE ANÁLISIS

**TE-167**  
Agitador vertical  
de probetas



**TE-161/2**  
Agitador para el  
análisis físico de suelos



**B-AGIT**  
Agitador  
eletromagnético



**TE-161**  
Agitador para análisis  
física de suelos

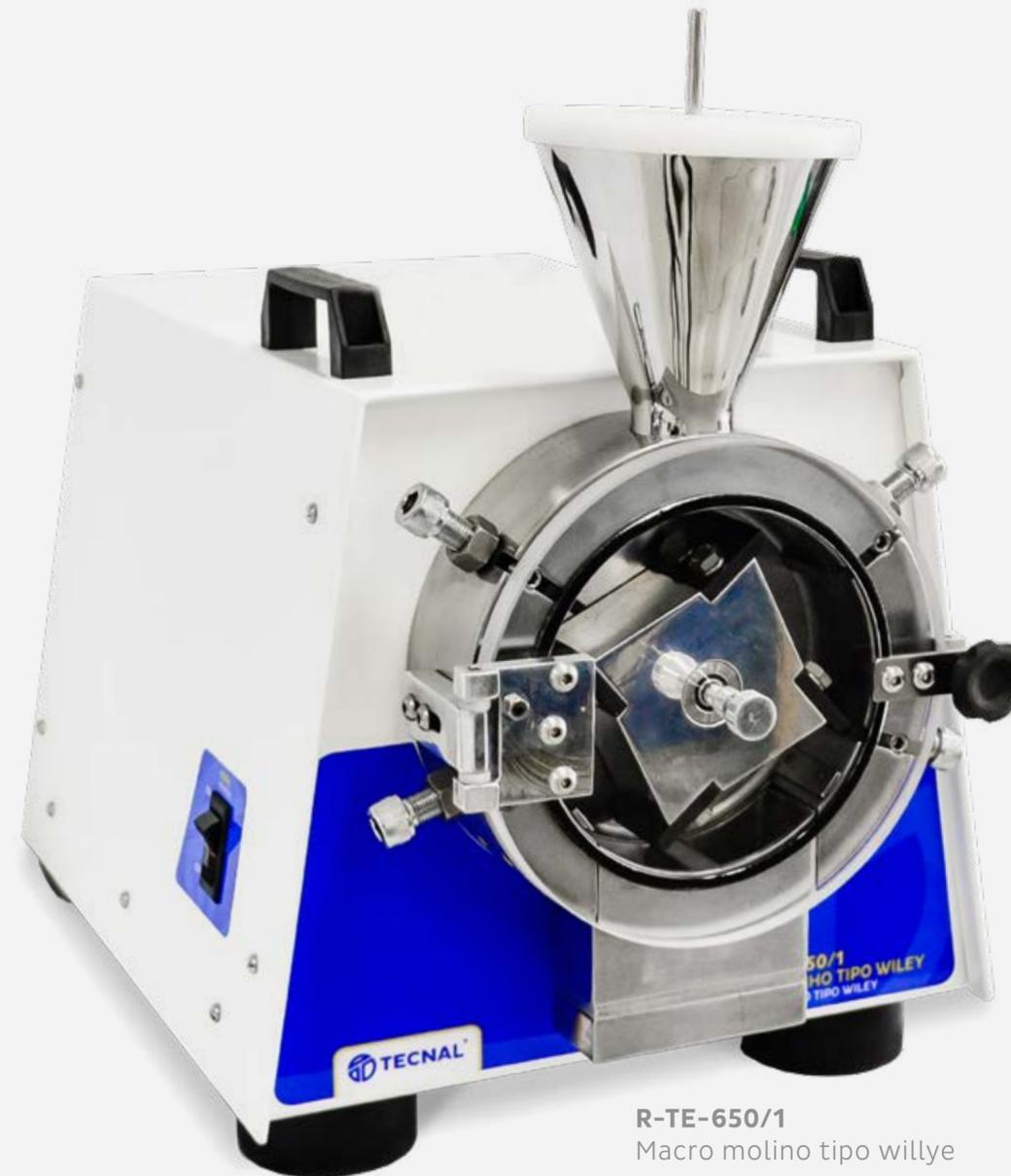


Existen también, además de los análisis químicos, los análisis físicos del suelo, en que son utilizados algunos otros equipos, como un agitador magnético de tamices (**B-AGIT**) para separar las diferentes granulometrías del suelo, un agitador rotativo para análisis física de suelos **TE-161** o **TE-161/2** y un agitador vertical de probeta **TE-167**, destinado a la medición de la densidad del mismo, utilizando, por ejemplo, un densímetro de boyoucos.

# FOLIAR

El primero aspecto importante en relación con el muestreo del tejido vegetal para el análisis químico es que, si la muestra colectada no es representativa de la población analizada, todo el restante del programa estará comprometido. Por esto, se debe atribuir exclusivamente a personas bien entrenadas en coleta de las muestras.

El tiempo transcurrido entre la coleta de las muestras y la llegada al laboratorio donde serán analizadas es muy importante, pues las hojas continúan el proceso respiratorio después de que son colectadas. En el laboratorio, las muestras son identificadas e higienizadas. Cualquier material biológico u orgánico presente en la hoja es eliminado.



**R-TE-650/1**  
Macro molino tipo willye

Las muestras son sometidas a la estufa con temperatura controlada entre 65°C y 70°C para secado hasta obtener un peso constante. Es posible utilizar estufas con circulación forzada de aire, como por ejemplo, la **TE-394/5** de 1.516 litros.

El secado es necesario para interrumpir las reacciones enzimáticas responsables por los procesos de descomposición y para retirar el agua del material vegetal.

Después del secado, las muestras son molidas, generalmente, en molinos de aspas de acero inoxidable, tipo Willey como el **R-TE-650/1**, facilitando así la manipulación y asegurando su homogeneización.

# EXTRACCIÓN

Para la extracción de elementos, son usados métodos clásicos como:

- **Digestión seca**, una de las técnicas más antiguas y simples de análisis de tejido vegetal, en el que es utilizado un horno Mufla para incinerar la muestra entre 500°C a 550°C.

- **Digestión húmeda**, en el que la materia orgánica del tejido vegetal es oxidada con ácidos minerales concentrados, y en caliente, donde se utiliza un bloque digestor para 40 tubos ([TE-040/25](#) o [TE-041/25](#)) o placa calentadora ([TE-018/1-MP](#) o [TE-038/2-MP](#)).

- **Digestión húmeda en horno micro-ondas**, con el tejido vegetal, siendo digerido con solvente en vaso de teflón cerrado a temperaturas entre 170°C a 180°C, y presión de 20 bar a 25 bar.

- **Solubilización**, capaz de extraer elementos químicos del tejido vegetal sin oxidación de la materia orgánica, se utiliza el baño-maría ([TE-054-MAG](#) o [TE-056-MAG](#)) y el agitador magnético [TE-089](#).



# DETERMINACIÓN



La próxima etapa es la determinación.

La selección del método depende de: la disponibilidad del equipo en el laboratorio, la demanda de análisis, el límite de detección y precisión, la cualificación de los analistas, y la disponibilidad de recursos.

En la determinación de nitrógeno, el amonio producido en la digestión con ácido sulfúrico es destilado en medio fuertemente alcalino. El amonio condensado es colectado en la solución de ácido bórico y titulado con la solución de ácido clorhídrico. En su método de análisis, se puede utilizar el **TE-040/25** – bloque digestor para tubos micro, además de

**TE-0364** – Destilador de nitrógeno/proteína o el **TE-0365/1** – Destilador de nitrógeno con tres pruebas o el **TE-0366** – Destilador de Nitrógeno Automático.

Ya en la determinación espectrofotométrica, en que los compuestos coloridos son formados, se usa un espectrofotómetro UV-VIS.

Existe el método turbidimétrico que permite la utilización de: turbidímetro o espectrofotómetro UV-VIS juntamente con un agitador de tubos, que puede ser el **AP-56/1**.

# REFERENCIAS 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://tecna.com.br/pt/equipamentos-para-laboratorios/> >.  
Acesso em: 26 nov 2019.



TRABAJANDO POR LA CIENCIA

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