

# Protocolo de Fertilidad del Suelo



## **Objetivo General**

Medir la cantidad de nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) en cada horizonte de un perfil.

## **Visión General**

Siguiendo el kit NPK, el alumnado extrae el N, P y K en forma de nitrato, fosfato y potasio de una solución que contiene la muestra de suelo seco y tamizado. Las cantidades de N, P y K en la muestra se determinan comparando el color de la solución con los colores de la tarjeta que incluye el kit. Se determina si la cantidad es elevada, baja, media o nada. Estas mediciones se realizan tres veces por cada horizonte.

## **Objetivos Didácticos**

El alumnado logrará medir el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos.

El alumnado relacionará la fertilidad con las propiedades físico-químicas del suelo.

## **Objetivos de Ciencias**

### *Ciencias de la Tierra y del Espacio*

Los suelos almacenan nutrientes en diferentes cantidades dependiendo del tipo de nutrientes y de las propiedades del suelo.

Los suelos tienen propiedades como el color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad, son el soporte de muchos tipos de plantas.

La superficie de la Tierra va cambiando.

Frecuentemente los suelos están dispuestos en capas, cada una con una composición química y una textura diferente.

Los suelos están compuestos por minerales (de diámetro inferior a 2 mm), materia orgánica, aire y agua.

El agua circula por el suelo modificando las propiedades tanto del suelo como del agua.

### *Ciencias Físicas*

Los objetos tienen propiedades observables.

Las reacciones químicas tienen lugar en todo el medio.

## *Ciencias de la Vida*

Los átomos y moléculas circulan entre los seres vivos e inertes del ecosistema.

## *Habilidades de Investigación Científica*

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir una investigación.

Utilizar herramientas y técnicas apropiadas incluyendo las matemáticas para recoger, analizar e interpretar datos.

Describir y explicar, predecir y desarrollar modelos usando la evidencia.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

## **Tiempo**

Una clase de 45 minutos con tres grupos de alumnos para analizar un horizonte.

## **Nivel**

Medio y Secundario.

## **Frecuencia**

Una vez por cada perfil de suelo.

## **Materiales y herramientas**

Suelo seco y cernido (con un tamiz del Nº 10 con una malla de 2 mm)

Kit NPK de GLOBE (o uno equivalente)

Agua destilada

Vaso de precipitados

Cucharilla

Reloj o cronómetro

*Hoja de Datos de Fertilidad* (se necesita una *Hoja de Datos* para cada perfil)

Guantes de látex

Gafas protectoras

## **Preparación**

Se preparan muestras de suelo seco y tamizado.

Se consigue todo el material

Se cubren las mesas de trabajo con periódicos para mantenerlas limpias.

## **Requisitos Previos**

*Protocolo de Caracterización del Suelo*

# Protocolo de Fertilidad del Suelo – Introducción

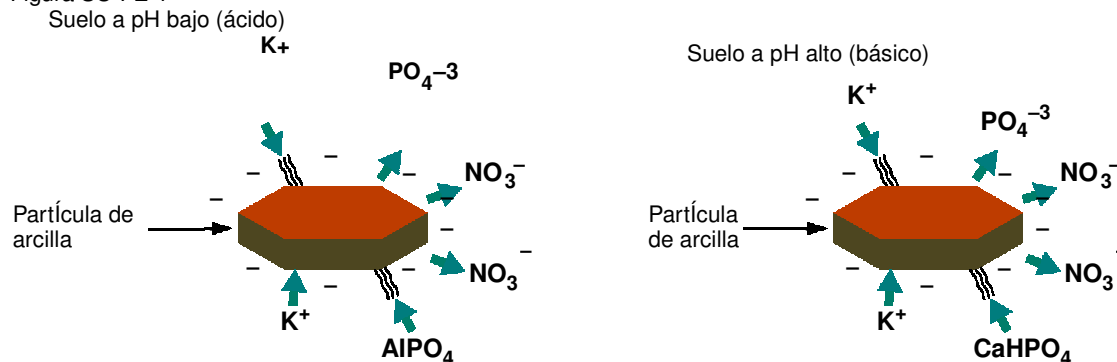
Las plantas necesitan para su crecimiento la luz solar, agua, aire, y nutrientes. En la Tabla SU-FE-1 aparece el listado de macronutrientes (nutrientes que se necesitan en grandes cantidades) y micronutrientes (nutrientes que se necesitan en cantidades más pequeñas) necesarios para el crecimiento de las plantas. La fertilidad de un suelo indica la disponibilidad de estos nutrientes para las plantas.

Tabla SU-FE-1

| Macronutrientes | Micronutrientes |
|-----------------|-----------------|
| Nitrógeno (N)   | Hierro (Fe)     |
| Fósforo (P)     | Zinc (Zn)       |
| Potasio (K)     | Manganeso (Mn)  |
| Azufre (S)      | Cobre (Cu)      |
| Calcio (Ca)     | Boro (B)        |
| Magnesio (Mg)   | Molibdeno (Mo)  |
| Cloro (Cl)      |                 |

Algunos nutrientes del suelo tienen carga positiva, mientras que otros tienen carga negativa. Los nutrientes con carga positiva como el potasio, calcio, y magnesio son atraídos por las partículas de suelo que tienen carga negativa. La pérdida de estos nutrientes se debe a los procesos de erosión o bien porque son utilizados por las plantas. Nutrientes con carga negativa, como el nitrógeno (en forma de nitrato), fósforo (en forma de fosfato) y azufre (en forma de sulfato) no son atraídos por las partículas negativas del suelo. Estos nutrientes son lavados y desplazados del suelo más fácilmente. Agricultores y jardineros añaden al suelo fertilizantes, si el suelo pierde sus nutrientes o carece de los nutrientes necesarios para las plantas.

Figura SU-FE-1



El *Protocolo de Fertilidad del Suelo* mide en cada horizonte la abundancia de estos tres nutrientes: nitrato (nitrógeno), fosfato (fósforo), y potasio, para determinar si el suelo es fértil para el crecimiento de plantas.

En la atmósfera el nitrógeno (N) se encuentra en elevadas concentraciones a diferencia de lo que ocurre en el suelo, que aparece en concentraciones relativamente bajas. Para que la mayoría de los seres vivos utilicen el nitrógeno, las moléculas de N<sub>2</sub> deben romperse. En el suelo y en el agua este nitrógeno útil se encuentra en forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), siendo nitrato la forma más común.

En general estas formas de nitrógeno son captadas rápidamente por las plantas y son componentes importantes de las proteínas de las plantas. El nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), debido a su carga negativa, no es atraído por las partículas negativas del suelo y es lavado fácilmente por el agua que fluye por el suelo. El nitrato puede convertirse en gas nitrógeno (N<sub>2</sub>) o amonio (NH<sub>3</sub>) y volatilizarse (evaporarse como gas). Por eso es importante que los agricultores y jardineros añadan fertilizantes de nitrógeno si las plantas lo necesitan y que lo puedan absorber antes de que se pierda por lavado. Si se añade nitrógeno al suelo en su forma orgánica ligada a la materia orgánica, aguanta más en el suelo porque la planta puede ir absorbiéndolo lentamente a medida que se va descomponiendo.

El fósforo (P) se usa como parte de la ruta energética en la planta. Las plantas absorben fósforo en forma de fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>). Por su carga negativa, el fosfato es lavado rápidamente del suelo. Las plantas sólo pueden captar el fosfato si el suelo tiene valores de pH neutrales (entre 5,0 y 8,0). A pH bajos (<5,0) el fosfato forma compuestos con hierro (Fe) y aluminio (Al) que no son solubles y no están disponibles para las plantas. A pH altos (>8,0), el fosfato se une al calcio (Ca) formando fosfato de calcio, que

ni es soluble ni está disponible para que las plantas lo absorban del suelo. El fosfato en una de estas formas indisolubles puede ser desplazado fácilmente del suelo al erosionarse las partículas del suelo. Al igual que el nitrógeno, si se añade fósforo en forma de materia orgánica estará más disponible para las plantas y lo podrán absorber lentamente al descomponerse.

El Potasio (K) es muy importante para activar las enzimas de las plantas. Las plantas lo utilizan en su estado elemental (K<sup>+</sup>), y por su carga positiva, es atraído por las partículas negativas del suelo. La mayor fuente de potasio es la descomposición de minerales ricos en potasio como la mica.

## Apoyo al Profesorado

### **Preparación**

Hay que asegurarse de que el alumnado comprende la importancia que tiene cada nutriente antes de desarrollar el *Protocolo de Fertilidad*.

El alumnado deberá revisar las instrucciones del kit NPK antes de comenzar con el *Protocolo de Fertilidad*.

### **Manejando los Materiales**

Para medir la fertilidad, se utiliza un kit de GLOBE u otro equivalente que mida valores relativos de nitrato, fosfato y potasio.

### **Procedimientos para las Mediciones**

El método básico para medir la fertilidad del suelo consiste en mezclar una muestra de suelo con agua y extraer químicamente el N, P y K como nitrato, fosfato y potasio. Las cantidades de N, P y K de la muestra se determinan comparando el color de la solución del extracto con los colores que aparecen en la tarjeta de colores del kit. Si se utiliza el kit de GLOBE, el nitrógeno (N) se determina comparando la solución con el color rosa de la tarjeta. Para determinar el fósforo (P), se compara la solución con el color azul de la tarjeta. Y el potasio (K), se determina colocando el tubo de la solución de extracto sobre una columna de cuadros negros pintados, y la cantidad de negro que se observa a través de la solución se compara con la columna de colores negros que aparece al lado.

El alumnado no debe esperar más de 10 minutos en observar el color de la solución del tubo. Si se espera más inducirá a resultados erróneos.

Basándose en la experiencia con el kit de GLOBE, la cantidad de nitrato que resulta suele ser nula o baja. Esto es debido a que el nitrato se pierde rápidamente del suelo (bien porque es absorbido por las plantas, o bien porque se lava con el agua), o es debido a la poca sensibilidad del kit para medir el nitrato.

Con ciertas muestras de suelo, especialmente aquellas ricas en arcilla, el alumnado deberá repetir el proceso de extracción más de una vez para obtener suficiente solución para el análisis de N, P y K.

### **Organizando al Alumnado**

Para poder completar el análisis en una clase, diferentes grupos de alumnos se dividen para realizar los análisis de N, P y K simultáneamente, una vez ya obtenida la solución del extracto.

### **Precauciones de Seguridad**

1. El alumnado debe utilizar guantes de látex al trabajar con químicos y con la muestra de suelo.
2. El alumnado debe utilizar gafas protectoras al trabajar con químicos. También es conveniente el uso de mascarillas quirúrgicas al abrir reactivos en polvo.
3. Se debe consultar a las autoridades del centro escolar cómo desechar de manera apropiada los reactivos químicos utilizados.

### **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

- ¿Cómo afectarían los cambios naturales a la fertilidad de un horizonte?
- ¿Qué diferencias en un lugar y en otro podría afectar la fertilidad de un horizonte?
- ¿Cómo influye la fertilidad del suelo en el tipo de vegetación que crece en ese suelo?
- ¿Cómo afecta la distribución de las partículas del suelo, según su tamaño, al contenido de nutrientes de un horizonte?
- ¿Cómo influye el clima en el contenido de nutrientes de un horizonte?
- ¿Cómo influye el tipo de vegetación que crece en un suelo, en el contenido de nutrientes de ese suelo?

# Protocolo de Fertilidad del Suelo

## Guía de Laboratorio

### Actividad

Obtener tres mediciones de fertilidad por cada horizonte de un perfil.

### Qué se Necesita

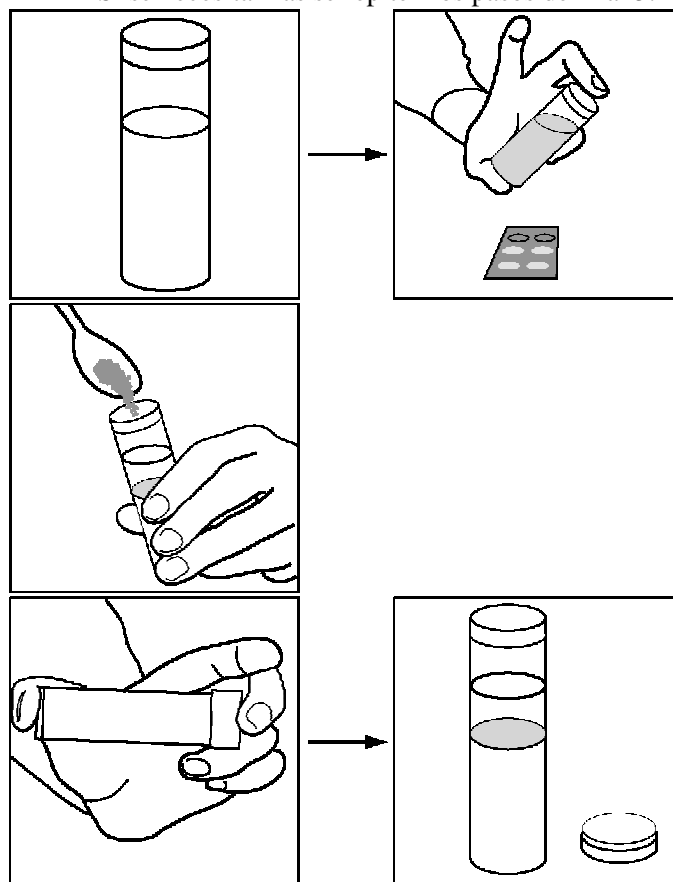
- Suelo seco y tamizado
- Hoja de Datos de Fertilidad del Suelo
- Cucharilla de plástico
- Kit NPK de GLOBE o un kit equivalente (que mida la cantidad relativa de nitratos, fosfatos, y potasio en una muestra de suelo)
- Agua destilada
- Lápiz o bolígrafo
- Guantes de látex
- Gafas protectoras

### 1ª Parte. Extracción de Nutrientes:

1. Rellenar el tubo de extracción del Kit con agua destilada hasta la línea de 30 ml.
2. Añadir 2 pastillas Floc-Ex. Tapar el tubo y mezclarlo bien hasta que las dos pastillas se hayan disueltas.
3. Quitar la tapa y añadir una cucharada de suelo seco y tamizado.
4. Tapar el tubo y agitarlo durante un minuto.
5. Dejar el tubo en reposo hasta que el suelo decante (normalmente unos 5 minutos). La solución clara que se forma sobre el suelo se utilizará para los tests del nitrógeno (nitratos) (N), fósforo (fosfatos) (P) y potasio (K).

Nota: Para algunos suelos, sobre todo aquellos ricos en arcillas, no se extraerá suficiente sobrenadante claro.

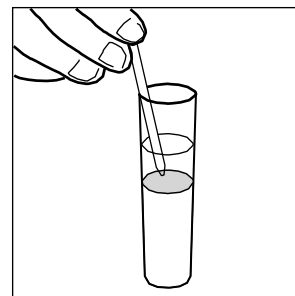
Si se necesita más se repiten los pasos del 1 al 5.



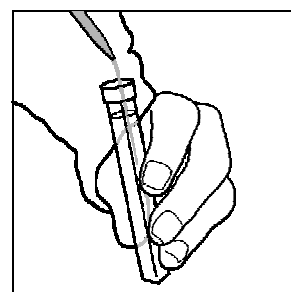
## 2ª Parte. Midiendo el Nitrógeno en forma de Nitrato:

Usar una pipeta para pasar el sobrenadante del tubo a uno de los tubos de ensayo del Kit hasta llenarlo por completo.

(Si se necesita más solución, repetir la 1ª Parte).

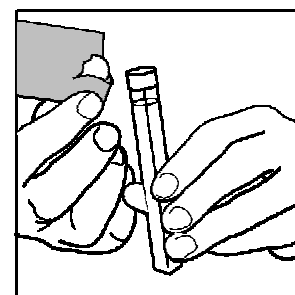


1. Añadir una pastilla “Nitrate WR CTA”. Asegurarse de que se ha añadido la pastilla entera. Tratar de no tocar las pastillas con los dedos.



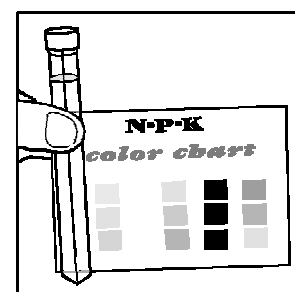
2. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se haya disuelto.

3. Colocar el tubo de ensayo en un vaso. Esperar 5 minutos a que se forme el color. (No esperar más de 10 minutos).



4. Comparar el color rosa de la solución con la tabla de colores del nitrógeno del Kit.

5. Registrar el resultado (Alto, Medio, Bajo, o Ninguno) en la *Hoja de Datos de Fertilidad del Suelo*.

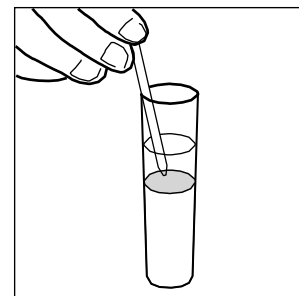


6. Desechar la solución y lavar el tubo y la pipeta con agua destilada.

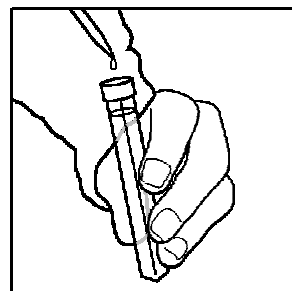
7. Repetir el procedimiento con el sobrenadante de cada muestra de suelo. Enjuagar la pipeta y el tubo con agua destilada después de utilizarlos.

### 3ª Parte. Midiendo el Fósforo en forma de Fosfato:

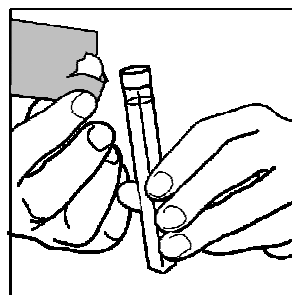
1. Utilizar la pipeta limpia para añadir 25 gotas del sobrenadante formado a un tubo de ensayo limpio. (Si se necesita más solución, repetir la 1ª Parte).



2. Rellenar por completo el tubo de ensayo con agua destilada



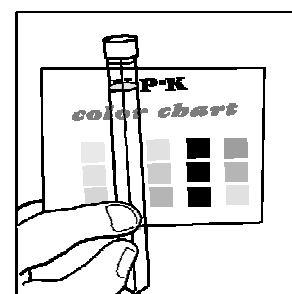
3. Añadir una pastilla de Fósforo al tubo y tapanlo. Asegurarse de que se ha añadido la pastilla entera.



4. Mezclar hasta que la pastilla se disuelva.

5. Colocar el tubo de ensayo en un vaso. Esperar unos 5 minutos (pero no más de 10 minutos) a que se forme el color.

6. Comparar el color azul de la solución con la carta de colores del fósforo del Kit.



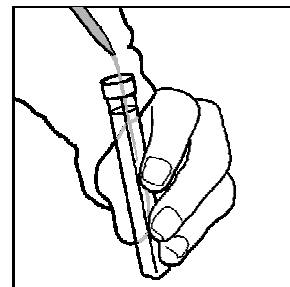
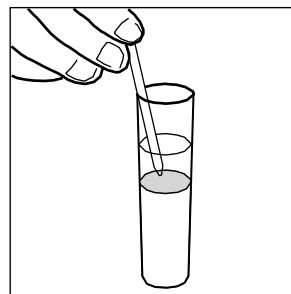
7. Registrar los resultados (Alto, Medio, Bajo o Ninguno) en la Hoja de Datos de Fertilidad del Suelo.

8. Desechar la solución y lavar el tubo y la pipeta con agua destilada.

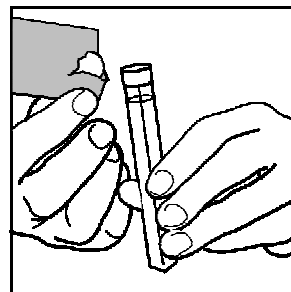
9. Repetir el procedimiento con el sobrenadante de cada muestra de suelo. Enjuagar la pipeta y el tubo con agua destilada después de utilizarlos.

4ª Parte. Midiendo el potasio:

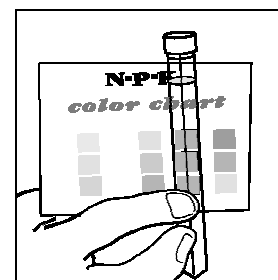
1. Utilizar la pipeta limpia para pasar el sobrenadante formado a un tubo de ensayo limpio, hasta llenarlo por completo. (Si se necesita más solución, repetir la 1ª Parte).



2. Añadir una pastilla para el potasio. Asegurarse de que se ha añadido la pastilla entera. Tapar y mezclar hasta que se haya disuelto la pastilla.



3. Colocar el tubo de ensayo sobre los cuadros negros de la columna de la izquierda que aparece en la carta de colores del potasio del Kit. Observar a través de la “turbidez” de la solución en el tubo de ensayo y compararlo con los cuadros sombreados de la columna de la derecha. Registrar los resultados (Alto, Medio, Bajo o Ninguno) en la *Hoja de Datos de Fertilidad del Suelo*.



4. Desechar la solución y lavar el tubo y la pipeta con agua destilada.

5. Repetir el procedimiento con el sobrenadante de cada muestra de suelo. Enjuagar la pipeta y el tubo con agua destilada después de utilizarlos.

# Protocolo de Fertilidad del Suelo – Interpretando los Datos

## ***¿Son razonables los datos?***

### **Nitrógeno (N):**

El kit utilizado en GLOBE mide el nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Como el nitrato tiene carga negativa, no es atraído por la superficie negativa del suelo. Como resultado, cualquier nitrato que se añada al suelo es absorbido rápidamente por las plantas, se lava por el agua que fluye por el suelo o se volatiliza como gas. Por eso, los valores de nitrato son bajos o nulos para la mayoría de las muestras de suelo. Si el suelo se ha abonado recientemente, o hay una fuente constante de nitrógeno, como por ejemplo el aporte periódico de compost o abono, los niveles de nitrógeno serán mayores.

### **Fósforo (P):**

El kit de GLOBE mide fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), que es la forma más fácil de absorberlo para las plantas. Los valores resultantes para fosfato suelen ser bajos si el pH del suelo es menor que 5,0 o mayor que 8,0. Esto se debe a que a pH bajo, el fosfato forma compuestos con otros elementos del suelo dificultando a las plantas su absorción. Por ejemplo, si el pH del suelo es bajo y hay hierro presente (dando al suelo un color rojizo), se forma fosfato de hierro, siendo el enlace tan fuerte que no se puede liberar el fosfato para las plantas. A pH neutro (alrededor de 7), las plantas pueden captar más fácilmente el fosfato, y normalmente los resultados del kit de fertilidad para fosfato es alto o medio.

### **Potasio (K):**

La cantidad de potasio presente en el suelo depende de la disponibilidad de minerales de potasio en el material original del suelo. La mayor fuente natural de potasio son los minerales ricos en potasio, como las micas, que liberan el potasio por procesos de erosión. El potasio también se puede añadir al suelo como fertilizante. Como el potasio tiene carga positiva, es atraído por la carga negativa de la superficie terrestre. El kit de fertilidad muestra en muchos suelos, valores para potasio medios o altos. Valores bajos de potasio es un indicador de un suelo muy erosionado.

## ***¿Qué buscan los científicos en los datos?***

Conocer las cantidades relativas de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo ayuda a los científicos a que recomienden el tipo y la cantidad de fertilizante que los agricultores y jardineros deberían utilizar para el crecimiento de las plantas. Para hacer un suelo fértil recomendarían añadir fertilizantes, compost o abono. Las mediciones de N, P, K también ayudan a comprender mejor las propiedades del suelo, como el número de superficies terrestres con cargas negativas, la cantidad de hierro y materia orgánica en el suelo y el grado de erosión del suelo. Las mediciones de N, P, K ayudan a los científicos además a determinar el tipo de material original del que está formado el suelo.